



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



3 3433 07188972 3

Digitized by Google

IL NUOVO CIMENTO
ANNO IX.



IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

DIRETTORI

C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENEGHINI

COLLABORATORI

S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI, P. E P. SAVI,
Q. SELLA, C. STUDIATI, P. TASSINARI.

Tomo XVIII.

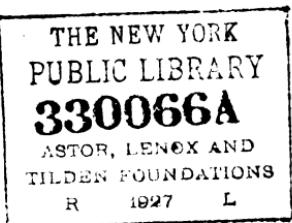
1863

TORINO

PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.^{ia}

PISA

PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI



THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
330066A
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R 1927 L

**SULL'E PIU' RECENTI PIENE DEL FIUME ARNO, E SPECIALMENTE
SU QUELLA DEL 18 E 19 GENNAJO INTORNO A PISA NEL
1863; RELAZIONE DEI PROFESSORI MAURIZIO BRIGHENTI,
E LUIGI PACINOTTI.**

INTRODUZIONE

1.

Cenni sulle condizioni generali dell'Arno.

Discende l'Arno dall'alto Appennino della Falterona con un corso 1.^{ri} k.^{tri} 248 ingrossato mano a mano per via da molti influenti del monte, e dei colli che ne fiancheggiano la vallata, finchè si versa nel Mediterraneo con amplissima foce, 10 k.^{tri} sotto la città di Pisa.

Questa lunga vallata si divide nel Val-d'-Arno superiore, e nell' inferiore rispetto alla principale città della Toscana, che vi siede quasi nel mezzo: e le acque di piogge o nevi liquefatte vi colano da un bacino, parte montuoso, e parte piano che misura l'estensione sul Val-d'-Arno superiore di k.^{ri} q.¹ 4333 e sull' inferiore dei k.^{ri} q.¹ 4111 onde in tutto di k.^{ri} q.¹ 8444; come si legge nel prospetto compilato per lodevole cura del sig. Ingegnere capo Lamberto Mei; e si vede disegnato nella carta alligata alla generale livellazione del fiume pubblicata dal governo nel 1848.

Non sappiamo che si tenga conto regolare dell'acqua piovuta altro che all'udometro del Museo di Firenze, e l'illustre sig. Cav. Antinori, che vi presiedeva nel 1852, pregato da uno dei sottoscritti favori di comunicarli che la massima pioggia caduta, dai suoi registri di lunghissimo tempo, risultava di metri 0.06 d'altezza in 24 ore — Fermo questo estremo si ricava che la massima quantità d'acqua di piogge o nevi liquefatte, che cade in un giorno sul bacino del Val-d'Arno superiore è di metri cubi 259,980,000, e sull'inferiore è di metri cubi 246,660,000.

Di queste quantità porremo, secondo la più ricevuta ipotesi dei fisici, che un terzo corra al Fiume in ore ventiquattro, e ne dedurremo che la portata del Val-d'Arno superiore è di metri cubi 1003 per minuto secondo, e nel Val-d'Arno inferiore metri cubi 951 quando la piena dura altrettanto.

Avvertiremo qui, che la esperienza ha mostrato essere assai più abbondanti le piogge sulle alte montagne, che sui colli e sulle parti pianeggianti; onde può temersi che le osservazioni a Firenze diano un'altezza minore della vera rispetto al bacino del Val-d'Arno superiore, e che esse debbano con maggior fiducia tenersi applicabili all'inferiore di colli e pianure da Firenze a Pisa. — Di che abbiamo una soddisfacente conferma nelle recentissime esperienze del 13 e 14 Marzo p. p. fatte dal benemerito signor Ingegnere Comunale Pietro Bellini colla esplorazione della velocità superficiale in una sezione viva entro Pisa fra il Ponte alle Piagge, e quello di mezzo, che hanno dato metri 1,70, e 1,72 per minuto secondo in due piene mezzane; alta la prima M. 3,212 e l'altra M. 4,47 sullo zero dell'idrometro posto fra gli stessi due ponti.

Fu osservato in queste esperienze che i peli d'acqua delle dette due piene riuscirono esattamente paralleli, quantunque lo stato del mare fosse diverso, cioè ordinario nella prima, e burrascoso nella seconda, onde pare, che questo parallelismo si possa ritenere anche nelle piene maggiori.

Calcolate quindi le portate colla superficiale velocità ridot-

ta alla media, e colla formula di Eytelwein si sono ritrovate presso che uguali in una piena massima, come quella del 18 e 19 Gennaio 1863, e di metri c. 930 per 1" poco diversa dalla risultante (come sopra di metri cubi 951) dal calcolo della massima pioggia sul Val-d'Arno inferiore.

3.

Ma se possiamo credere che si avvicinino al vero questi risultamenti, non li terremo però abbastanza sicuri, se non quando saranno confermati o corretti da nuove esperienze — Queste nuove esperienze abbiamo raccomandato al lodato sig. Ingegnere comunale in due tronchi abbastanza regolari a *Uliveto* e a *S. Lorenzo alle Corti*, i quali sono affatto indipendenti dall'impedimento dei ponti, e dallo stato del mare, e non dubitiamo che si faranno nell'occasione delle prime piene abbastanza grosse, e che non lascino dubitare dello stato permanente nel colmo.

4.

Fermato per ora che la piena massima del Val-d'Arno inferiore sia fra i 900, e 1000 metri cubi per 1", colla velocità media di metri 1,50 per 1" noteremo che a percorrere 108 kil. lineari, che corrono da Firenze al mare, vi vogliono 20 ore, e poco più di 6 da Pontedera a Pisa; il che è anche secondo la opinione dei pratici — Osserviamo ancora che la piena del Val-d'Arno superiore per giungere a Firenze impiegherà 26 ore, a Pisa 44, al mare 46. Queste avvertenze bastano a generare il concetto, che difficilmente si combinerà, o forse mai, la piena del Val-d'Arno superiore con quella dell'inferiore, perchè le due vallate di cui si tratta sono esposte a venti contrari, che rade volte o mai generano ad un tempo le meteore acquose; e quando anche ciò si avverasse, il doppio tempo, che occorre alle acque superiori per giungere a Pisa colle inferiori, lascia spazio a queste di recarsi al mare, o almeno di assottigliarsi, prima che quelle sopravvengano ad accrescerne soverchiamente la mole. Le quali induzioni sono

conformi ai fatti sin qui osservati, come può vedersi nell' accurata statistica delle piene dell'Arno pel corso continuo di sei secoli data dal Morozzi e da altri (1).

Fermandoci ad un secolo addietro, vediamo che le due piene del 1740 e del 1844 le più memorabili che siano accadute in 104 anni rispetto a Firenze, furono cagione di gravissimi danni a questa Città, e passarono innocui a Pisa; mentre quest'ultima del 1863 riuscì straordinaria e memorabile a Pisa, non a Firenze, perchè dovuta soprattutto agli influenti del Val-d'Arno inferiore, come vedremo.

Un'altra considerazione a conforto di questa induzione, è la forma delle due vallate, la prima superiore con la parte pianeggiante molto contratta, e ampia nelle terre montuose, mentre la seconda si allarga ampiamente a piè di monti e colline molto meno erte e meno estese. Laonde avvenendo la grossa piena nella vallata superiore (la quale come abbiamo accennato, crediamo maggiore di quella calcolata di sopra), ove non possa essere contenuta nell'alveo sotto Firenze, trova spazio ad allargarsi e ad inondare le pianure adiacenti, che le servono di trattenimento o di sfogo a beneficio di Pisa. Il che è avvenuto nei casi sopra indicati, e avverrà in seguito ancora, perchè malgrado la costante opera degli uomini per impedire le inondazioni colle arginature del recipiente e dei confluenti, tanto utili e sicure nelle piene ordinarie, esse riesco-

(1) Indichiamo qui i principali Autori dai quali abbiamo attinte le notizie istoriche del Fiume riferite in questa Memoria.

Dello stato antico e moderno del fiume Arno, di Ferdinando Morozzi. Firenze 1762 Tip. Stecchi.

Opuscoli Idraulici ec. da aggiungersi alla raccolta dei Scrittori d'acque nella parte nuova Tom. VII. Bologna 1852. Tipografia Governativa alla Volpe.

Progetto di reparto delle spese ec. dei fiumi Arno e Serchio nella Provincia di Pisa. Pisa Tipografia Nistri 1865.

Delle più considerevoli inondazioni dell'Arno ec. narrazioni storiche raccolte ed insieme riunite da G. A. Firenze 1845 dalla Tipografia Piatti.

Discorso idraulico storico sull'Arno di Carlo Giorgini. Firenze Tipografia delle Murate 1854 degnissimo a parer nostro di essere studiato e consultato.

no per solito insufficienti nei casi estremi, e le si squarciano aprendo inaspettati bacini alle inondazioni sì dell'uno che degli altri. Ove finalmente avvenisse il remotissimo caso delle contemporanee piene massime d'Arno superiore ed inferiore, sarebbe sopra le forze dell'arte il resistervi, e non occorre il fermarvisi.

Si risponde ai quesiti dell' Illustrissima Comunità di Pisa.

1.^o L'onorevole interpellazione del Generale Consiglio decretata nella seduta del 22 Gennaio p. pas. e comunicata ai sottoscritti con graziosissimo foglio del 28 successivo N. 47. dall' Illustrissimo signor Cavalier Gonfaloniere Francesco Ruschi riguarda

1.^o *Lo studio delle cause per le quali così di frequente avvengono le piene d' Arno nella Città.*

2.^o *La proposizione dei rimedi sì generali che parziali resi necessari dalla memorabile piena del 18 e 19 Gennaio prossimo passato.*

2.^o Al secondo di questi quesiti soggiungemmo col nostro parere, presentato al Municipio fino dal 18 Marzo pros. pas. ed ora tranne poche aggiunte a quello, non ci resta che il primo di sua natura gravissimo, perchè include tutta quanta l'ampiezza della scienza sulla natura dei fiumi.

Ci studieremo di ridurre, sotto la maggior brevità possibile al caso nostro le meno incerte osservazioni antiche sparse quà e là, che abbiamo potuto raccogliere, e le nostre fatte sul Val-d'-Arno inferiore, aggiungendovi le considerazioni e le conseguenze che a parere nostro ne derivano.

Specialmente ci fermeremo (come nella proposta dei rimedi) sul corso del Fiume entro la Città e lungo la passeggiata, essendo queste le parti che principalmente interessano il Municipio Pisano, e sono sottoposte alla sua cura immediata; mentre le altre dipendono da quella del Governo che ne ha la direzione, e la tutela superiore. Onde ci sarà fatta ragione se non toccheremo nè punto nè poco dei particolari provvedimen-

ti di tutto il superiore corso del fiume, solo accennando a quelli che ci sembrerebbero giovevoli in genere, e specialmente al Regolamento dell'ultimo tronco dalla passeggiata al mare.

Si descrive la piena del 18 e 19 Gennaio 1863.

3.^o La piena del 18 e 19 Gennaio passato cagionò danni, commosse gli animi di tutta la Città e del contado aderente, e diede occasione alla detta interpellazione a noi da parte del Generale Consiglio — Eccone i particolari soprattutto entro Pisa, e nel pubblico passeggiò.

Fu cagionata da continue ed abbondanti piogge con venti leggeri che non turbarono il mare, e da nevi liquefatte negli alti monti in copia però assai moderata per la stagione temperatissima corsa fino allora.

L'Arno superiore diede una grossa piena, ma di minore durata *della massima del 1844*, e più bassa metri 0,35, misurati sopra corrente all'idrometro del Ponte S. Trinita.

Si avverta che nel 1845 fu arginato l'Arno fino a Rovezzano per due miglia a destra e sinistra sopra la Città di Firenze, affine d'impedire l'ingresso delle acque disalvate che avvenne nel 1844 dalla parte di Porta alla Croce. Onde può ben credersi, che se quella superiore inondazione, che si vede indicata nella pianta unita alla generale livellazione del Fiume, avesse potuto accadere anche nel 1863, la piena di cui si tratta si sarebbe tenuta anche più bassa dei detti metri 0,35 nell'interno di Firenze; e ne discende che la piena del 1863 riuscì a Firenze notevolmente minore di quella del 1844 che fu massima dal 1740 in poi. La successiva del 1855 riuscì uguale in altezza a quella del 1863, e la intermedia del 1859, metri 0,65 più bassa.

A Pisa invece quest'ultima del 1863 riuscì più alta metri 0,80 di quella del 1844, e solo metri 0,25 più alta dell'altra del 1859, che fu minacciosa e spaventevole alla Città.

Gli influenti del Val-d'Arno inferiore ebbero tutti una piena più o meno grossa; straordinaria e maggiore del 1844 la Greve, la Pesa, e l'Elsa sulla sinistra, e l'Ombrone sulla destra; l'Era ultimo a sinistra, e il Bisenzio primo alla destra si al-

zarono con acque assai grosse, ma minori del 1844 secondo che ci assicurarono i pratici del luogo.

Ciò che ci è sembrato degno di molta avvertenza è che il pelo dell'Arno nella piena del 1863 riuscì gradatamente più basso del 1844 descendendo da Firenze a Samminiatello: essendosi trovato sopra il Ponte a Signa metri 0,30 più basso del 1844, alla confluenza dell'Ombrone metri 0,15, a Samminiatello metri 0,12 — Da questo punto discendendo si è trovato sempre superiore a quello del 1844 e cioè metri 0,30 nei contorni dell'Ambrogiana, alla confluenza dell'Elsa, e di fronte alla Cecinella, indi crescente dalle cateratte dell'Usciana a Pisa ove sopra corrente al Ponte alle Piagge, luogo detto la Cella, misurò un'altezza di metri 0,80, e nei punti superiori intermedi di metri 0,50 e metri 0,57.

Seguendo la piena entro Pisa si veggono nel profilo fra gli atti Comunali i trabocchi delle spallette e della passeggiata, e si trova che al disotto della Città all'idrometro del canale dei navicelli salì metri 6,10 sopra lo zero; indi il pelo d'acqua andò deprimendosi sino al mare medio, e riuscì innocuo alle campagne adiacenti avendo lasciato nelle vecchie arginature un franco conguagliato di metri 0,80.

4. Così rimane con certezza avverato che la memorabile piena del 1863 a Pisa fu dovuta principalmente agli influenti del Val-d'Arno inferiore, le cui ampie inondazioni contribuirono con le più tarde acque del superiore a mantenere per sette giorni le acque grosse nel tronco ultimo di Pisa fino al 24 Gennaio, che tornarono all'ordinario segno del pelo di acqua invernale.

Le qui indicate inondazioni avvennero nella Valle del Bisenzio, che ebbe due piccole rotte sotto il ponte di S. Mauro, e allagata dalle acque proprie e dai rigurgiti dell'Arno, tutta la sua fronte disarginata per quattro chilometri d'ampiezza in vicinanza della foce — nella Valle dell'Ombrone arginato fino allo sbocco per varie rotte, la più grande delle quali larga metri 45 presso Castelletto — in quella della Greve che strabocchò dagli argini più alta del 1844 in tutto l'ultimo suo tronco pianeggiante — in quella della Pesa le cui inondazioni salirono oltre ogni ricordo nell'abitato di Montelupo, e nel suo ter-

ritorio per impedimento d'argini traversi di mura di cinta , e dei caseggiati — Così in quella dell'Elsa tanto impedita dalle sue chiuse; e rovesciò l'argine della Ferrovia Senese, e varie fabbriche, e in più luoghi le proprie arginature spandendo le acque sopra vastissima superficie .

5. Seguendo a dire della nostra piena quantunque memorabile sopra ogni altra a noi nota, lasciò metri 0,80, di franco in tutta la linea arginata, ultimamente rialzata dalla Cecina nella a Pisa; onde passò innocua alle campagne adiacenti, e sotto Pisa quel franco salì in ragguaglio alla stessa misura, se si eccettuano alcune parziali depressioni delle vecchie arginature chè non furono superate dalla piena .

Non facciamo menzione della rotta di Cesanello apertasi a ore 4 antimeridiane del 19 Gennaio sopra una golena ampissima per imperdonabile incuria del passo dalla sottoposta strada attraverso il corpo dell'argine potente senza cateratta , o terrapieno sufficiente .

Questa rotta che fu di lieve momento, e rimase senza afflusso di acqua nello scemare della piena, porrà in sull'avviso per l'avvenire tutti i possidenti (che per comodo delle lavorazioni hanno passi depressi sotto il ciglio dell'argine potente, e terre soggiacenti) a munirli, e guardarli in tempo di piena . Quindi è che salvo i trabocchi delle spallete nell'interno della città , i quali furono sollecitamente smaltiti dalle chiaviche interne, e sopra l'argine strada che serve al passeggio, e fiancheggia il fiume, i quali si rovesciarono sulla campagna e sulla Via di S. Michele degli Scalzi con grave danno dei fabbricati sottoposti; il comportamento idraulico di Pisa non ebbe altri disastri a lamentare .

6. Sorse quindi in tutti i cittadini l'ansietà dei pericoli corsi e dei maggiori possibili nell'avvenire. Furono cercati i ricordi delle piene passate, ma pur troppo mancano i regolari registri che narrino con sufficiente esattezza la storia del Fiume .

L'unica piena di cui resti ricordo comparabile con questa del 1863 (sebbene in modo non abbastanza chiaro) è quella del 1777; e si troverebbe al Ponte alle Piagge più alta metri 0,24 secondo l' Ingegnere in capo del Governo . Per for-

tuna però una eccellente descrizione del Samminiatelli Provveditore del Compartimento Pisano in quel tempo ci somministra sufficienti elementi di confronto per concludere che se la piena del 1777 non fu minore di questa del 1863 non può del certo tenersi maggiore.

La piena del 1777 durò un giorno meno di questa e fu accompagnata da *piogge dirottissime, da grandine, da nevi diacciate, da furiose levate di mezzo giorno e libeccio*; mentre nel presente 1863 venne con piogge abbondanti, ma con aria dolce senza vento, o leggerissimo d'ostro-libeccio, e ponente-maestro.

Vedemmo con gli occhi nostri frenato il corso del fiume sopra il ponte di mezzo, e sorpassatolo assai rapido, come dopo quello a mare, il che dava indizio certo di mare basso e tranquillo; in conferma di che il pelo d'acqua dal sostegno di Porta a mare alla foce si alzò poco sopra le golene ad un livello inferiore alla piena del 1855; mentre nella piena del 1777 furono minacciate le fabbriche delle Cascine nuove, e convenne difenderle con un argine in coronella, fu soverchiato in un punto l'argine sinistro e convenne rialzarlo durante la piena *con fascinelle e terra*, e si calcolava una spesa di Lire 3634 (che sarebbe riuscita forse il doppio ai di nostri per il basso prezzo del denaro) affine d'ingrossare e rafforzare gli argini da Pisa alla foce, colla indicazione di dare loro un franco di metri 0,58; ignoriamo se questi lavori sieno stati eseguiti, e se dopo quel tempo siano stati fatti altri alzamenti, ma il certo è che il franco lasciato da quest'ultima piena è riuscito in ragguaglio oltre l'indicato nella proposta Samminiatelli.

E ove si consideri, che il pelo basso del mare tocca lo zero dell'idrometro del canale dei navicelli, e il fondo al Ponte alle Piagge; che vi si sente la marea ordinaria delle quadrature alta metri 0,22, e che con le libecciate, e con le burrasche quel pelo d'acqua ingrossa metri 1,40, viene in aperto prontamente, che rigurgiterà allora al Ponte alle Piagge sopra un'altezza certo maggiore di quella ivi indicata in metri 0,24 dal prefato Ingegnere capo del Governo, e alzerà d'altrettanto la piena sopra veniente. Laonde ripetiamo doversi tenere, per

quanto a noi sembra, la piena del 1863 probabilmente maggiore al Ponte delle Piagge, e all' argine che immediatamente vi aderisce, di quella massima del 1777. Quivi di fatti questa *cagionò un piccolissimo trabocco* di contro alla Porta alle Piagge come avvenne in quella del 1863, ma in questa fu sufficiente ad atterrare la tura che vi era stata fatta.

Quali deduzioni si possono fare della descritta piena.

7. Ci è sembrato doversi esaminare per minuto le circostanze di queste due piene per porre in sodo: che qualunque mutazione sia seguita nella forma dell'alveo dal 1777 fino a noi le condizioni presenti del fiume rispetto alle piene non sono notabilmente deteriorate, e che ci troviamo negli stessi o poco maggiori pericoli di quelli che toccarono ai nostri antenati — E vogliamo anche osservare che le piene straordinarie hanno in ogni tempo recati disastri più o meno gravi; ma che noi ci troviamo forse avvantaggiati guardando ai tempi antichissimi, non essendo mai salito l'Arno alle altezze esorbitanti del 1333, e 1557 segnate in più luoghi a Firenze; e che negli ultimi 104 anni non troviamo ricordata altezza maggiore di quella del 1740 alla quale rimasero inferiori non solo le memorabili del 1745, e del 1758 ma quella ancora del 1844, di sopra riportata. — Rispetto a Pisa quella del 1680 sebbene disastrosa, non fu maggiore di quella del 1777 descritta e confrontata con quella recentissima del 1863.

E ciò che diciamo dell'Arno fu già notato del Tevere e dei torrenti dell'alta Romagna e delle Marche, i quali provengono dai versanti opposti dello stesso Appennino.

Si cerca la cagione delle piene antichissime più alte delle odierne nei tronchi superiori, e queste più alte negli ultimi tronchi presso le foci.

8. Qui nasce spontanea una gravissima considerazione. Come mai in tanta mutazione delle vallate montuose e piane, e degli alvei dei fiumi, con tanto e sino all' altro di temuto diboscamento e dissodamento delle montagne, e coll' opera co-

stante dagli uomini diretta a restringere sempre più il corso di tutte le acque grosse e minori, e i loro spandimenti, come mai l'altezza delle piene massime nei tronchi superiori sia piuttosto diminuita che cresciuta?

Crediamo che la risposta precisa sia difficile a darsi, ma che in un fenomeno tanto complesso, del quale non sono possibili a misurarsi tutti gli elementi, sia da notarsi in genere una essenzialissima differenza fra i primi e gli ultimi tronchi dei Fiumi e specialmente

1.^o Che le antiche valli sotto monti e colli erano assai basse, e ciò si vede lungo ogni corso di acque turbide.

2.^o Che sono state poco a poco ricolme ed alzate come oggi le vediamo, dalle alluvioni.

3.^o Che mentre si è a questo modo successivamente alzata la sezione traversa della Valle inondata, si è gradatamente ristretta l'ampiezza dell'inondazione e però nelle piene uguali il pelo del colmo si è venuto elevando più presto per lo ristragimento del vaso, finchè il corso delle acque più raccolto, e ingrossato ha potuto scavare e profondare l'alveo incassandosi fra i depositi delle turbide proprie.

4.^o Che toccato il punto di massima altezza, il colmo delle piene successive doveva di necessità abbassarsi, supponendo costanti gli estremi delle meteore acquose.

5.^o Fermiamo che doveva successivamente abbassarsi, perchè le acque raccolte in una sezione meno ampia, dovevano ne' punti di maggior corso, che diciamo il Filone, crescere ivi molto più di potenza che lateralmente, e farvi maggiore profondità che dalle parti.

6.^o E perchè in queste parti laterali di minore moto non cessavano le colmate sempre più elevate, col progressivo ristragimento del vaso tanto più doveva farsi maggiore la potenza scavatrice sotto il filone, e mantenersi le acque più grosse, ma sempre più basse rispetto ai piani delle massime inondazioni precedenti.

7.^o Quindi in tutto il tronco del Fiume, ove sono possibili le escavazioni di fondo, s' intende il perchè delle piene antichissime più alte delle odierne incassate fra le valli successivamente ristrette ed elevate per opera delle colmate.

8.º S'intende ancora che ove le escavazioni del fondo non possono seguire affatto, o solamente in piccola misura, le piene recenti debbono tenere il pelo del colmo più alto delle antiche.

9.º Queste illazioni 7 e 8 sono consentanee da pertutto, ai fatti che ci cadono sott'occhio. A piè dei monti e ove si mantengono forti le pendenze longitudinali dell'alveo, non si trova nè ricordo nè lamento di piene recenti più alte delle antiche, e negli ultimi tronchi arginati e quasi orizzontali presso le foci, le più recenti sono cresciute d'altezza, e lamentate da pertutto.

Applicazione al caso speciale di Pisa.

9. Venendo al caso nostro dell'ultimo tronco dell'Arno dalla passeggiata al mare, non ci è riuscito, come abbiamo già notato, di trovare una piena maggiore di quella del 18 e 19 Gennaio 1863, e i disastri da essa cagionati furono *per l'abbassamento* dei ripari antichi, onde non occorreva che superasse la massima del 1777 di cui ci resta qualche non ben sicuro ricordo, e che sebbene meno disastrosa riuscì maggiore di quella del 1680, come si rileva dalla più volte citata relazione Samminiatelli.

10. È molto a deplorare fra noi il difetto della storia del fiume, e troviamo che solo dal 1829 si tiene registro all'idrometro del canale dei navicelli dello stato delle sue acque. La preziosa livellazione dell'Arno fu fatta nel 1845 e pubblicata nel 1848; in essa può desiderarsi il pelo dell'acqua bassa che ragguagli le irregolarità del fondo su tutta la linea contemporaneamente determinato; e sembrerebbe utilissimo il segnarvelo, almeno da Firenze alla foce, per rilevare subito la pendenza dei vari tronchi, e la curva del pelo d'acqua delle piene. Sembrerebbe anche più necessario munire d'idrometri e di osservatori in tempo di piena questa linea, e nei punti più importanti anche il Val-d'Arno superiore; che registrassero d'ora in ora le altezze del pelo d'acqua in piena. Rispetto al bisogno del Comune di Pisa sarebbe essenziale collocarne uno almeno sotto lo sbocco dell'Era, e oltre quello che abbiamo al canale

dei navicelli, un terzo alla foce, dallo stato della quale dipende principalmente la piena dalla passeggiata al mare. L'idrometro sotto lo sbocco dell'Era potrebbe essere utilissimo per avvisare col telegrafo la città sei ore prima dell'arrivo della piena, e quindi per disporre le difese in questo tempo sufficiente con la massima economia e sicurezza possibile.

11. A convincere sempre più della necessità di registrare i principali fatti del fiume specialmente col mezzo delle altezze del pelo d'acqua osservate agli idrometri, porremo qui lo specchio delle piene notate all'idrometro dei navicelli dal 1830 fino a noi, come fu recentemente pubblicato nella dotta relazione del *Progetto di reparto ec.* sul principio del corrente anno dalla Tipografia Nistri.

PROSPETTO

<i>Nel decennio</i>	<i>M. 3,50</i>	<i>M. 4,08</i>	<i>M. 4,70</i>	<i>M. 5,25</i>	<i>Totale</i>
Dal 1830 al 1839	N.º 69	79	43	17	208
Dal 1840 al 1849	» 79	90	53	12	234
Dal 1850 al 1859	» 95	87	58	32	272

Mostra questo specchio che le piene sono andate sempre crescendo in questi ultimi 30 anni di numero e di altezza, perchè nell'ultimo decennio se ne trovano tre di metri 5,72 una di metri 5,84 e una di metri 5,86, inoltre l'ultima del 1863 di metri 6,10.

Anche la velocità media del fiume, che in una piena alta sul fondo metri 4,57 fu trovata dal Michelotti, prima di questo trentennio di m.º 0,923, per 1.º, nelle due sopra citate esperienze del signor Ingegnere Comunale si trova cresciuta a m.º 1,36 per 1", essendo la piena alta nella prima m.º 3,21 nella seconda m.º 4,47 sul zero dell'idrometro sopra corrente al Ponte di mezzo, il quale riesce più alto del fondo raggu-

gliato del fiume. Ma il diverso luogo degli esperimenti, lascia troppa incertezza in questo confronto — Vero è per altro che il notato aumento di numero e di altezza delle piene Pisane nell'ultimo trentennio fa credere che sia cresciuta anche la velocità media delle acque in quest'ultimo tronco di fondo quasi orizzontale, ed anco active (come suole in tutti i fiumi) presso lo sbocco.

Non si può quindi in questo tronco supporre possibile altro che una ben lieve e passeggiara escavazione del fondo durante il corso più potente, la quale si perde nel calare della piena. Vediamo infatti nelle magre le fondazioni del Ponte a mare e del Ponte di mezzo come si vedevano nel 1777. Vi è inoltre da considerare che in questi ultimi tronchi, quasi orizzontali, la velocità delle acque si tiene da tutti gli Idraulici proporzionale all'altezza viva, e per quanto si sieno moltiplicate le osservazioni dal Guglielmini fino a noi, e raccolte in formule empiriche dal Coulomb dal Prony, dall'Eytelwein, dal Tadini (nelle quali sono stati giudiziosamente corretti i coefficienti dal chiarissimo Prof. Turazza) non si è fin qui conseguito che di confermare quella legge antica del detto fondatore della scienza dei fiumi, soprattutto nei tronchi pianegianti, e regolari degli alvei, e nelle velocità superiori a m.^{ri} 1.

Pietro Paoli, onore di questo studio Pisano volle ultimamente prescindere dal supporre nota la legge del moto delle acque che da un dato vaso inesusto entra per una data apertura in un altro di capacità variabile, e assunse unicamente il principio, *in se evidente*, che la velocità sia una funzione qualunque crescente coll'altezza dell'acqua. Giunse per tal modo a dimostrare con rigore geometrico che entrando l'acqua in due vasi diversi di ampiezza, dopo essere cresciuta l'altezza nel più angusto finisce per ridursi nello stato permanente alla stessa altezza nei due recipienti; che aumentando l'acqua dell'influenza il pelo d'acqua cresce inegualmente nei due vasi, i quali ridotti allo stato permanente finiranno per alzarsi ugualmente; che i tempi dell'alzamento dell'acqua da un vaso di data ampiezza in uno di ampiezza minore sono in ragione delle sezioni orizzontali dei due vasi; e però ponendo *T* il tempo nel quale sale l'acqua alla massima elevazione nel va-

so più ampio, nel più angusto sarà misurato dal rapporto della sezione più angusta alla più ampia moltiplicato per lo stesso tempo T ; così se quel rapporto fosse a cagione d'esempio di tre a quattro, il tempo a salire alla massima elevazione nel vaso più angusto sarebbe tre quarti dell'altro, e ne discende che vi si manterrebbe un quarto più che nell'altro: il che dicasì similmente se l'influsso scemasse invece di crescere come abbiamo supposto; se non che il tempo del vuotamento sarebbe in questo caso più breve nel vaso più angusto che nel più ampio. Queste conseguenze tirate dal Paoli per due vasi comunicanti sono facilmente applicabili al corso permanente e variabile dei fiumi, specialmente ove cessa la pendenza dell'alveo, come nel caso nostro. E ne deriverebbe che la piena arriva più presto al colmo nella sezione più ristretta, che nella più ampia, e vi si mantiene più lungamente. Se il fiume impiegasse otto ore a toccare il colmo della sezione più ampia, ne impiegherebbe sei ad arrivarvi nella più stretta, ed ivi si manterrebbe due ore più che nell'altra, quando il rapporto delle due sezioni fosse di 4, 3, come qui sopra si è supposto: onde si vede quanto sia maggiore il pericolo dei trabocchi e delle rotte nelle sezioni anguste che nelle ampie.

Le qui riferite conseguenze non contengono altra ipotesi fuorchè quella di riguardare la velocità dipendente comunque dall'altezza, e ciò è tanto conforme a quanto si osserva costantemente che quel celebre geometra non esitò a dire *esser cosa di sua natura evidente* (1).

Così viene a concludersi, che le citate formule non hanno in sè altra differenza dalle analitiche deduzioni del Paoli, fuorchè l'avere inclusa la legge del Guglielmini, e per i moti assai lenti anco l'altra del Castelli, che teneva la velocità proporzionale alla semplice altezza dell'acqua; ma qualunque sia la legge che regola la velocità del corso dei fiumi, specialmen-

(1) *Nuova raccolta di Autori Italiani che trattano del moto delle acque Tomo III. pag. 309. Bolo. 1824 dalla Tipog. di Jacopo Marsigli.*
Alle stesse conclusioni giunse il Venturoli colla sua memoria de *Estuariis* (negli atti dell'Istituto di Bologna 1832) assumendo la legge espressa dalla formula di Eytelwein, in vece di prescindere da qualunque legge *a priori*.

te ove la pendenza cessa d'influirvi, è immancabile la conseguenza che crescendo la velocità deve necessariamente crescere l'altezza anche del corpo d'acqua da cui essa procede.

Quindi tutte le cagioni che tendono ad accrescere questa velocità nell'ultimo tronco orizzontale dei fiumi fanno alzare il pelo delle piene; nè può sperarsi il compenso nelle escavazioni, ove il corpo d'acqua orizzontale tende più a costipare che a scavare il fondo.

13. Ci siamo lasciati andare a questa discussione perchè le opinioni fra noi sono alquanto divergenti sopra a questo capitale argomento. Credono taluni che l'avere avvicinati nel Compartimento Pisano gli argini potenti abbia contribuito a rendere più basse le piene per escavazioni nel fondo dell'alveo, altri al contrario a renderle più alte.

Veniamo al fatto: e troviamo che dal 1840 in poi, dal Rio di Montecchio a Pisa gli argini potenti sono stati avvicinati col ristretto delle golene di ettari 432 sopra ettari 1362, che prima occupavano; il che vuol dire di circa un terzo dell'antica estensione; la media distanza degli argini è stata ridotta da metri 408 a metri 308; furono anche fatte dopo il 1840 alcune rettificazioni nelle sezioni del fiume restringendole nelle maggiori lunate, e l'ispettore Materassi riferiva di avere per tal modo accorciata l'antica linea del fiume di metri 1984 da Pontedera a Pisa; e il suo successore ha proseguito si fatte correzioni — Nel 1859 fu messa in atto la rettificazione alle Fornacette per costruirvi la grandiosa botte sotto l'Arno in servizio dell'emissario di Bientina, guadagnando sull'antica lunghezza del corso metri 504 d'accorciamento. Sicchè può dirsi che da Pontedera a Pisa l'attuale lunghezza è riuscita sull'antica più breve del 5 per cento prossimamente.

14. Questi lavori nel breve giro di poco oltre venti anni non possono essere riusciti indifferenti all'ultimo tronco Pisano dalla passeggiata al mare.

Crediamo che siano stati utili a uno sfogo più pronto delle piene, ed anche delle mezzane acque; crediamo ancora che l'alveo fra le nuove rive sia stato sgombrato da quei risalti e da quelle ondulazioni del fondo che rendevano più faticosa la navigazione con acque magre, onde l'alveo presenti una sezione

ne più libera, e regolare; e forse in qualche luogo più profonda.

A questi benefici delle nuove opere pensiamo che possano star contro le altezze delle piene accresciute nell'ultimo ventennio entro Pisa; e che lo sfogo più sollecito delle acque grosse, e mezzane debba avere assottigliate le magre, tantochè in questo stato la linea navigabile siasi accorciata, e la navigazione rimanga forse più lungamente sospesa, e più difficile di prima.

Non potendo contraddirsi all'accrescimento della velocità, al quale erano diretti i nuovi lavori dal 1840 in poi, deve di necessità convenirsi, che il colmo delle piene maggiori, innanzi allo stato di permanenza sia salito più alto di prima, e diventato più pronto il corso delle mezzane, e che per conseguenza si siano assottigliate le magre. Il dire di quanto per mancanza di sicuri elementi è cosa impossibile; e si potrà osservare in genere, che il fatto dei recenti ripetuti alzamenti delle arginature, specialmente ove la occupazione dell'antica golena fu maggiore e più significante la restrizione dell'alveo, e l'addolcimento delle curvature del fiume, aggiunge forza alla nostra conclusione, anche per le parti superiori a Pisa.

15. Percorrendo il lung'Arno inferiore e specialmente gli ultimi tronchi degli influenti principali vi abbiamo notato gli argini potenti grossi in sommità raggagliatamente meno di due metri, alti altrettanto sulle golene, e da tre ai cinque, e per rara eccezione sei metri sui piani di campagna.

Lungo il fiume vi sono alcuni tratti con gli argini potenti quasi in frodo, e in alcune spaziose golene arginelli privati diretti a difenderle dalle piene mezzane, e anche alte; e ciò che a noi sembrò anche più dannoso in molti luoghi, arginelli traversi che impediscono il corso laterale del fiume sulle stesse golene, aggravano l'argine potente nelle congiunzioni, e lo riducono insignificante bacino nel bisogno maggiore delle piene altissime. Tutti i regolamenti idraulici proibiscono nei fiumi arginati questi arginelli longitudinali e traversi, e noi non possiamo che consigliarne la rigorosa osservanza non solo da Pisa al mare, ma anche superiormente: e in caso di corrosione degli argini potenti in frodo il ritirarli, piuttosto che

insistere sul riparo dispendioso e d'incerto esito della ripa corrosa.

Rispetto agli influenti abbiamo osservato, che salvo il Bisenzio, il quale presenta per quattro chilometri di ampiezza la sua foce aperta alle espansioni del recipiente e delle piene proprie, tutti gli altri sono arginati fino alla foce, e con anguste sezioni dell'acqua media fra golene ove più, ove meno ampie ed elevate, generalmente alberate anche lungo la scarpata delle rive. Quindi il concorso delle loro piene al recipiente, reso certamente più rapido, che in antico, malgrado le dette alberature, specialmente sulla scarpata delle rive, le quali cagionano frane e vortici, con qualche parziale rallentamento di moto.

Sarebbe certamente desiderabile lo stato antico a moderare le piene dell'ultimo tronco dell'Arno, ma non è più conseguibile, e riuscirebbe con grandissima diminuzione della territoriale ricchezza per un tempo lunghissimo.

Ciò che sarebbe ora conforme alle buone regole e non difficile ad ottersi, potrebbe consistere nel diboscamento delle rive dagli alberi d'alto fusto sostituito da roste flessibili, specialmente nei luoghi di golene anguste, collo scopo di evitare i dirupi e non di rado le rotte locali. Siccome però la materia degli influenti non tiene alla nostra ingiunzione, ce ne passeremo notando unicamente, che il corso raccolto delle loro acque sia per l'opera naturale delle alluvioni, sia per l'artificiale continua di acquistare terra da coltivare contribuisce ai dì nostri a tenere alte le piene dell'ultimo tronco Pisano, e aggiunge efficacia alla recente opera dei raddrizzamenti e dei ristringimenti delle golene di cui abbiamo sopra discorso.

16. Che sarebbe poi avvenuto se si fossero fatte le grandi rettificazioni dell'Arno progettate da quel sommo discepolo del Galilei che fu il Viviani, condotto in errore dallo spavento continuo di tre o quattro braccia al secolo di alzamento del fondo dell'Arno, che si era fitto in capo? il Perelli tanto insigne Idrometra, assottigliò di molto quell'enorme misura, e non di meno tenne anch'esso progressivo e continuo quell'alzamento, riducendolo forse a un braccio, ed assai meno. Ma come intendere questo incessante alzamento nei tronchi superiori, se ivi le piene sono più basse ora che in antico, e ciò

malgrado il corso tanto più raccolto delle acque, e reso più rapido anche dai diboscamenti, il quale tende a scavare, e incassare gli alvei piuttosto che a riempirli? Non è più naturale e vero di credere con il Guglielmini, che poste le medesime condizioni meteoriche il fondo si debbe stabilire fra gli estremi delle escavazioni che avvengono in tempo di piene, e del riempimento nel loro calare o nelle acque mezzane? i più fidati riscontri della esperienza concorrono di fatto a tenere questa legge immutabile in tutti i fiumi dall'origine al mare.

17. L'unica differenza che si possa avvertire dal fatto costante, è che le piene crescono sempre più d'altezza, ancorchè resti immutabile il fondo nell'ultimo tronco de' fiumi, ove arrivano i rigurgiti del recipiente, e gli alvei sono arginati orizzontali, o con lievissima pendenza, come abbiamo distesamente riferito di sopra.

In questi ultimi tronchi però coll'allungamento delle foci può nascere un lentissimo alzamento del fondo superiore da rendersi sensibile solamente colle centinaia, e più, che con le diecine degli anni; e questo lentissimo alzamento ancora può contribuire a tenere più alte le piene del tronco orizzontale della foce, come dalla passeggiata di Pisa al mare, nel quale il prolungamento della foce si valuta di tre o al più di quattro metri annualmente.

Onde non dubitiamo di concludere che le piene di questo tronco, le quali per le dette ragioni si trovano alzate nell'ultimo trentennio, possono venirsi facendo anco più alte con l'andar dei secoli.

18. Prima di lasciare quest'ultimo tronco ci piace di ripetere, che lo stato alto o basso del mare deciderà sempre delle piene più o meno alte nell'interno della Città. E ci pare di avvertire, che quanto più ampio sarà il bacino delle gole fra gli argini potenti, tanto più sarà facile lo smaltimento della piena sopravveniente. Crediamo ancora che se fosse possibile d'impedire l'ingresso alla foce del grosso mare, la piena del fiume si terrebbe tanto più bassa quanto più ampio fosse il suindicato bacino, e vuoto di acque marine; il pelo del fiume superiore al pelo burrascoso si sfogherebbe allora

sull' ampiissima superficie del mare più liberamente, perdendo più presto tutta quanta l'altezza.

Onde discende che mentre il taglio di Barbaricina ha giovato certamente al più sollecito sfogo delle acque a mare basso non riesce di alcun sollievo, se non vuol dirsi, che lo renda più difficile a mare alto. Quindi ove si volesse allargare nelle sezioni anguste dell' acqua viva che presenta, si dovrebbe (anche per minore spesa) crearvi delle ampie panchine sopra il pelo massimo del mare burrascoso. Similmente crediamo che di niun profitto potesse riuscire un canale artefatto sommergibile alla foce.

19. Tutte le cose discorse fin qui, e specialmente quelle che discordano alquanto da opinioni antiche, quantunque autorevolissime, sonosi dedotte dalla costante esperienza di tutti i fiumi, successiva all' età loro, la quale va poco a poco paleggiando gli effetti di cagioni complesse per elementi parte noti e parte no; onde non si possono misurare a *priori*, ma solo dopo che quegli effetti finali si sono resi coll' andare del tempo manifesti.

Per la qual cosa le nostre opinioni non scemano il merito e la reverenza nè ai primi sapienti che le proclamarono diverse, nè ai successori che immediatamente li seguitarono. La parte più utile dell' umano sapere domanda una lunga esperienza per divenire sicura, e ciò avviene dell' idrometria propriamente detta, come d' ogni altro ramo delle scienze fisiche (1).

CONCLUSIONE

20. Ci asterremo quindi da più lunghe ricerche per rac cogliere in ultimo le seguenti conclusioni:

1.º Che la piena del 18 e 19 Gennaio 1863 è riuscita tanto minacciosa, e cagionò i disastri suindicati alla città e alla passeggiata, perchè furono *abbassate* le spallette e l' argine strada della passeggiata sulla golena, e questa lasciata senza l' antico argine potente che difendeva la campagna aderente di livello tanto più bassa.

(1) *Opinionem commenta delet dies, judicium naturae confirmat.*

2.^o Che quella piena deve tenersi piuttosto maggiore che minore della massima conosciuta del 1777 di cui si è trovato qualche non ben preciso ricordo al ponte alle piagge, e la cui gravità risulta dalla più volte citata relazione del Samminiatelli.

3.^o Che sembra dimostrato coi registri tenuti dal 1829 in poi al canale dei navicelli, e confermato dalle migliori teorie, e da qualche altra osservazione, essere venute crescendo nel tronco dalla passeggiata al ponte a mare di numero e di altezza le piene dell'ultimo ventennio, ed anche superiormente.

4.^o Che questo accrescimento di altezza senza artificiali cagioni è di sua natura assai lento; onde ultimati come sono ora i lavori del ristragimento delle sezioni e degli accorciamenti di corso del tronco superiore, e supposto che le condizioni del recipiente e degli influenti non siano alterate dall'opera dell'uomo, dovrebbe se non cessare affatto diminuire di tanto, da non temerne che nei casi straordinarissimi, e irreparabili dell'arrivo contemporaneo delle piene del Val-d'Arno superiore con quelle dell'inferiore.

5.^o Che rispetto al tronco dal canale dei navicelli al mare la memorabile piena del 1863 ha messo in evidenza, che a mare basso ebbe uno sfogo innocuo; e che col franco lasciato all'arginatura potente sarebbe stata contenuta anche a mare alto e burrascoso, salvo in alcuni punti di viziosi avvallamenti.

6.^o Che nel compartimento idraulico superiore avendo lasciato un franco di m.^{ri} 0,80. agli argini potenti nuovi non occorrerà altra cura per ora che di mantenerli ingrossati, ritirarli ovunque si manifesti il bisogno, portando i vecchi alla stessa altezza, e guardarli diligentemente nel tempo delle piene, specialmente ne' trapassi dalle strade interne attraverso al corpo dell'argine per recarsi in golena.

7. Che l'alzamento col franco di m.^{ri} 0,30 delle spalle entro Pisa e di m.^{ri} 0,45 dell'argine strada della passeggiata, o un riparo equivalente, sembra sufficiente a garantire l'una, e l'altro dai trabocchi per un tempo lunghissimo.

8. Che per conoscere d'ora innanzi la storia del fiume è necessario stabilire degli Idrometri referiti al pelo magro contemporaneamente rilevato; e rispetto a Pisa di collocarne uno sotto lo sbocco dell'Era per avere in tempo utile l'avviso

della piena e preparare le difese; e l'altro alla foce in mare per misurarne esattamente l'influenza sul pelo d'acqua nell'interno della Città.

9. Che conviene assolutamente distruggere, ove esistano e vietare la formazione di nuovi arginelli longitudinali e traversi che sono a danno degli argini potenti nelle congiunzioni e impediscono il corso delle acque alte sulle golene, tanto utile a tenere più depresso il colmo delle piene, e lontano il pericolo dei trabocchi.

10. Che ovunque la linea degli argini potenti restringe di troppo la sezione, e sporge verso il corso con angoli acuti, invece di occupare le golene, come si è praticato in questi ultimi tempi, collo scopo di accelerare lo sfogo delle piene, sembrerebbe conveniente ritirarla occupando la campagna che vi aderisce. Il che dovrebbe farsi per non aggiungere una nuova cagione alla naturale tendenza delle acque di alzarsi nell'ultimo tronco orizzontale, o di pendenza tenuissima presso la città di Pisa. Notiamo specialmente che questo ampliamento delle golene alte già più del pelo delle burrasche dal ponte a mare alla foce, renderà minore l'impedimento dei rigurgiti burrascosi al corso del fiume, con qualche sollievo anche superiormente alla Città.

11. Finalmente avvertiremo che i ponti entro Pisa cagionano rigurgiti e sollevamenti notevoli del pelo delle piene, e non può esser dubbio, che levandoli affatto si manterrebbe più basso. Poco si lucrerebbe coll'ampliare le luci a gran costo, come fu altre volte tentato: e quando ciò si credesse utile abbastanza, per le osservazioni suesposte, N. 6, converrebbe farsi principalmente al ponte di mezzo, e per riguardo alla passeggiata anco a quello delle piagge. La necessità dei ponti, e il decoro che ne deriva specialmente dal più importante che è quello di mezzo, nello stato delle cose che abbiamo dimostrate, consigliano per nostro rimesso avviso di astenersi per ora dall'ampliarne le luci, e tanto più dal demolirli, o si riguardi all'importanza dei pericoli, o all'ingente spesa cui si anderebbe incontro.

12. Ripeteremo ancora una volta che siamo lontanissimi dal caso che gli argini potenti del circondario Pisano di

si moderate dimensioni, e anche le spallette entro la Città, riescano di tanto mal sicura e intollerabile spesa a ingrossarli, alzarli, ritirarli ove occorra, da essere costretti di abbandonarli. Onde concludiamo che le grandi colmate consigliate dal Viviani non bisognino, e sarebbero d'immenso danno alla territoriale ricchezza per lungo tempo: le minori con chiaviche di troppo parziale e lento effetto, e quantunque bene indicate in se, non (a sentimento di uno tra noi) possibili a farsi per la invincibile opposizione dei possidenti alla servitù delle acque aggiunte, e alla difficoltà di dare esito alle chiarificate in una pianura per molte miglia soggetta ai rigurgiti del mare. Per queste stesse ragioni ci sembra doversi renunciare anche al disputabile beneficio del diversivo dell'Arnaccio.

13. Quando il lentissimo e più che secolare alzamento dell'alveo e del pelo delle piene nell'ultimo tronco dei fiumi giunge a misure non più possibili a contenersi fra i ripari artificiali, la natura opera da se; le acque li squarciano e vanno ai luoghi bassi per nuove vie, e gli uomini rassegnati alla necessità evidente, rivolgono la loro industria ad avvantaggiare le mutate condizioni senza querele inutili. Ciò è avvenuto a Pisa e alla sua Maremma dai tempi della sua fondazione fino a noi, e pensiamo che correrà altrettanto tempo con simili vicende. Siamo anzi assai lieti di poter cessare il nostro discorso di questo argomento difficilissimo, dichiarando sicure e durevoli, con gli indicati presidii, se non immutabili le sue condizioni attuali.

Rimini 1 Giugno 1863.

M. BRIGHENTI Relatore.
L. PACINOTTI.

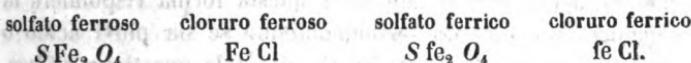
RICERCHE SULLE COMBINAZIONI POLIACIDE;
DI UGO SCHIFF.

Prima di esporre le nostre ricerche sui sali basici e poliacidi, dobbiamo premettere alcune considerazioni generali sulla formulazione dei sali, specialmente riguardo alle relazioni che i sali offrono colle combinazioni dalle quali essi possono esser derivati.

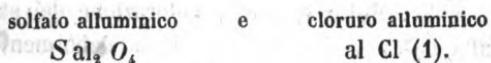
È l'espressione di un fatto, dedotto dal paragone delle formule degli acidi con quelle dei sali normali degli stessi acidi, che si possono considerare i sali come acidi in cui l'idrogeno basico è sostituito dal suo equivalente di metallo. Noi possiamo esprimere questo fatto in altre maniere se formuliamo gli acidi secondo qualunque teoria.

Se cerchiamo d'introdurre nella formulazione l'espressione di quel fatto, abbiamo il gran vantaggio di ottenere formule immediatamente comparabili per tutti i sali di uno stesso acido. Specialmente Laurent e Gerhardt seguirono sempre una tale formulazione dei sali e per ciò erano in molti casi costretti d'introdurre nelle formule delle frazioni o dei multipli di equivalenti metallici chimicamente dello stesso valore di equivalenti intieri di altri metalli. Questo metodo di formulazione è stato molto discusso, e in ultimo è stato accettato da molti chimici come l'espressione di un fatto. Gerhardt, proponendo un tal cambiamento delle formule di Berzelius non ha ammesso un altro metallo in queste combinazioni ma bensì un'altra funzione dello stesso metallo; e neppure ha egli attaccato il fondamento della scienza con questa ammissione; egli ha semplicemente ridotte le formule ad un equivalente di acido nel sale o di ossigeno nell'ossido; il rapporto fra le quantità dei componenti è lo stesso come nelle formule anteriori, ma il modo col quale la relazione è espressa rende molto più uniformi e semplici le formule e le equazioni che accennano le decomposizioni.

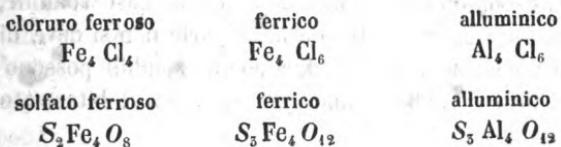
Alcune determinazioni di densità di vapore, eseguite negli ultimi anni da Deville e Troost, danno però occasione a una importante obiezione contro le formule di Gerhardt. Se mettiamo $Fe = 28$ e $fe = \frac{2}{3}$, $Fe = 18$, noi otteniamo le formule seguenti:



e per conseguenza



Si credeva che come HCl pure i vapori di $FeCl$, $feCl$ e $alCl$ corrispondessero a una condensazione dei componenti a due volumi ($H = 1$ Vol). Ma la determinazione della densità di vapore (9,34 a 440° pel cloruro alluminico e 11,39 a 440° pel cloruro ferrico) dimostra, che i pesi molecolari dei composti menzionati dovrebbero essere espressi colle formule



e con queste formule non è più possibile di ridurre tutti i sali di un acido alla stessa molecola di acido. Si vede che la proposizione che i sali di un acido siano acidi idrati in cui l'idrogeno basico è sostituito del suo equivalente di metallo, non è più rigorosamente ammissibile, se vogliamo applicarla alle formule molecolari.

In molti casi sarebbe dunque vantaggioso di ammettere un altro punto di partenza nella formulazione dei sali, e pare conveniente di farli nascere dagli ossidi idrati sostituendovi l'idrogeno acido del suo equivalente di radicale acido. Lo stesso Gerhardt non ha trascurato i vantaggi d'una tale formula-

(1) $S = 32$, $O = 16$, $H = 1$.

zione, e pochi anni fa Engelhardt ha di nuovo richiamata l'attenzione dei chimici su questo concetto.

Posta in termini generali la questione, se i sali siano a considerarsi come acidi in cui l'idrogeno è sostituito dai metalli, ovvero come ossidi idrati in cui l'idrogeno è sostituito da radicali acidi, non si può sotto questa forma rispondere in una maniera precisa. Ma se domandiamo se sia più l'acido o più la base che dia il carattere ai sali (tale questione riferendosi principalmente ai loro caratteri fisici) pare di fatti che in molti casi i sali mostrino più il carattere della base che quella dell'acido. Molto spesso la colorazione dei sali pare dipendere dalla base, mentrechè gli acidi debolmente colorati, e anche il cloro e l'iodio combinandosi colle basi incolore, perdono la loro colorazione.

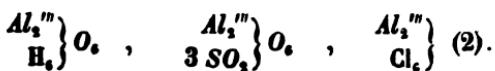
Le relazioni della solubilità sono più costanti pei sali della stessa base ossia dello stesso gruppo di basi, che pei differenti sali dello stesso acido (V. l'appendice). Delle basi insolubili, danno spesso delle combinazioni insolubili cogli acidi solubili, mentrechè il caso inverso in cui degli acidi insolubili, danno delle combinazioni insolubili colle basi solubili, non accade che raramente. — Da un'altra parte non si deve dimenticare che anche acidi e basi facilmente solubili possono dare composti poco solubili, come per esempio il bitartrato e il saccarato potassico.

Il sapore dei sali pare essere più in rapporto colla base che coll'acido. Lo stesso acido, secondo che è la base, fa nascere dei sali di un sapore salato, oppure astringente o metallico ec. I sali di alcuni metalli possono essere riconosciuti al sapore (come pel magnesio, ferro, piombo) mentre che ciò non si può pei differenti acidi. È qui a mentovare anche la reazione più o meno alcalina di un numero di sali alcalini, che contengono una quantità di base insufficiente alla formazione di un sale normale (neutro), come per esempio il borace, il fosfato bisodico, i bicarbonati ec. — Però si noti che anche i sali metallici neutri possono avere una reazione acida (cloruro ferrico, solfato ramico, nitrato bismutico e altri).

Quanto alla consistenza, possiamo confrontare delle combinazioni di metalli con differenti sostanze molto volatili, e noi

troviamo, che il carattere della base predomina soltanto nelle combinazioni saline. L'etile a + 30 richiede per condensarsi una pressione di 2 1/4 atmosfere oppure un abbassamento di temperatura di 23°; il cianogeno esige una pressione di più di 3 atmosfere o una temperatura di — 30°. Ambidue si combinano collo zinco per formare C_2H_5Zn e $CN Zn$, le quali combinazioni contengono delle quantità centesimali quasi uguali di C_2H_5 e di CN , gli equivalenti delle quali sono non molto differenti (1). Il cianuro di zinco, contenendo la sostanza più volatile ma formando una combinazione *salina*, è solido alla temperatura ordinaria; d'altra parte lo zinc-etile è liquido e il carattere dell'etile predomina. Anche lo stesso zinc-metile è liquido e volatile, benchè contenga relativamente molto più di zinco; quanto alla composizione quantitativa lo zinc-metile potrebbe paragonarsi al fluoruro di zinco. Il cloruro di zinco, corpo volatile come lo zinc-etile, contiene come quello una sostanza che pure si condensa soltanto a una pressione alta o ad un forte abbassamento di temperatura; e benchè il cloro sia in una quantità proporzionalmente molto più grande, nondimeno la combinazione *salina* è solida alla temperatura ordinaria. — In ultimo è ancora a notarsi che già l'uso ordinario classifica i sali più secondo le basi che secondo gli acidi; si parla più spesso di sali di rame, di potassio, di sodio ec., che di solfati, cromati, carbonati ec.

Tutto ciò parrebbe almeno essere sufficiente per giustificare l'adozione secondo il bisogno e la convenienza, tanto dell'uno, quanto dell'altro modo di derivazione; noi crediamo convenevole di derivare dall'ossido idrato i sali sopramentovati dell'alluminio e di formularli come segue:

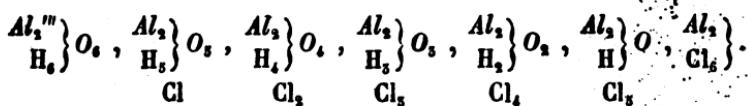


Una tale derivazione comprende nello stesso tempo ancora un gran numero di combinazioni nuove, delle quali alcuni esempi

(1) $C = 12$.

(2) $Al = 27,4$.

si trovano nella chimica minerale e nelle combinazioni del glicole e della glicerina. Se partiamo nella formulazione dei sali dalla formula dell'acido, i sali basici per lo più non possono essere compresi nelle serie normali dei sali; ma Engelhardt ci ha già insegnato, che l'altro modo di formulazione dei sali dei così detti sesquiossidi, comprende ancora una serie di membri intermedi basici, che, secondo il nostro metodo di notazione, si trovano nelle formule seguenti:



Queste formule ci spiegano, che ordinariamente i sali neutri dei sesquiossidi disciolgono ancora delle quantità più o meno grandi degli ossidi idrati; e che specialmente alcuni ossidi R_2O si disciolgono nel cloruro ferrico come cloruri, fino che la soluzione per $FeCl_3$ contiene ancora 5 FeH_5O_5 , vale a dire finché sia giunto l'ultimo grado di combinazione $\begin{array}{c} Fe_2''' \\ H_5 \end{array} \left\{ O_5, \begin{array}{c} Cl \end{array} \right. \end{array}$

Negli ultimi tempi è stato proposto d'introdurre i metalli degli ossidi R_2O come metalli biacidi nelle formule; in questo caso le combinazioni di un eq. di sale neutro con un eq. di ossido idrato, che in parte si trovano fra i corpi del regno minerale, potrebbero ridursi a formule analoghe alle sopra menzionate.

Finora conosciamo soltanto pochi sali, nei quali la stessa base è congiunta con acidi differenti; ma le formule accennate, come pure la formula generale $\begin{array}{c} R''' \\ H_3 \end{array} \left\{ O_3$ dei metalli considerati come biacidi, ci insegnano come per la saturazione dei sali basici noi possiamo ottenere delle serie di sali *poliacidi*, e come possiamo far nascere delle combinazioni, analoghe a quelle del glicole e della glicerina anche nella chimica inorganica.

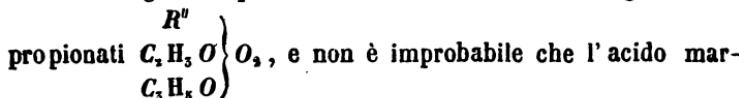
Esiste già un numero, quantunque ristretto, di combinazioni poliacide, che possono ridursi alla formula generale $\begin{array}{c} R''' \\ H_3 \end{array} \left\{ O_3$.

La combinazione di acetato e di nitrato di stronzio sarebbe a

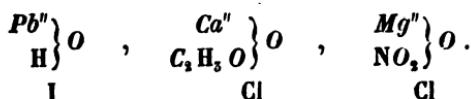
considerare come NO_2 } O_2 . Le formule
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$



ci accennerebbero la differenza tra i propionati ed i butiracettati. Analoghi a quest'ultimi conosciamo anche gli aceto-



garico dei grassi animali, il quale secondo Heintz può sempre essere sdoppiato in acido palmitico e stearico, offra un rapporto simile coll'acido, che si ottiene per la reazione degli alcali sul cianuro di cetile. Entrano in questa serie pure le combinazioni di differenti cloruri, bromuri e ioduri cogli ossidi idrati, i nitrati, acetati ec. dello stesso metallo p. e.



Però dobbiamo confessare, che la formulazione dei sali acidi, secondo questo modo offre una difficoltà. Saremmo costretti di

ammettere per quelli una formula generale $H_2\left\{O_3\right. H_2\right\}^{R''}$, complica-

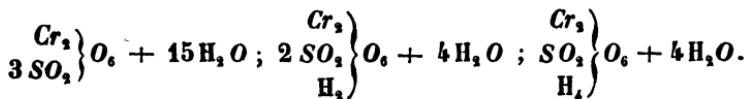
zione che diviene inutile se prendiamo la formula dell' acido per termine di comparazione. Si noti inoltre, che soltanto gli acidi bibasici formano dei sali acidi; dunque sarebbe esatto un altro tipo, secondo che si tratta di un acido mono o bibasico ossia di un sale neutro o acido; vale a dire, scomparirebbe ogni uniformità nel metodo della formulazione, e per questa ragione non ci pare convenevole, per ora, di derivare i sali dei metalli biacidi dalla formula dell' ossido.

Quest'inconveniente non esiste pei metalli triacidi, dei quali
Vot. XVIII. 3

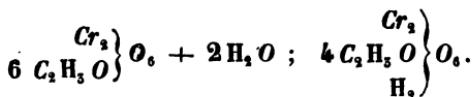
non conosciamo dei sali acidi, ma conosciamo un gran numero di sali basici. Finora soltanto del ferro sono noti alcuni sali poliacidi ottenuti nell' ultimo tempo da Scheurer-Kestner.

Una serie di sali basici del cromo, ottenuti nelle ricerche sulle combinazioni ammoniacali del cromo, che io avevo istituito dopo alcune mie ricerche sulle basi ammoniacali del cobalto e del rame, mi suggeriva prima della pubblicazione di Scheurer-Kestner di provare la preparazione di sali poliacidi del cromo. Volevo con queste ricerche provare che il cromo nei suoi sali abbia la stessa funzione tritipica come nelle sue poliamine. Siccome ho già pubblicata la preparazione e le proprietà di questi sali negli *Annalen der chemie und pharmacie*, vol. CXXIV, p. 165, citerò qui soltanto le loro formule (1).

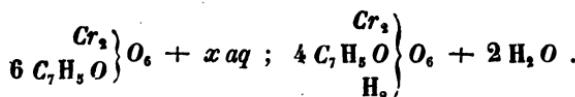
Solfati cromici:



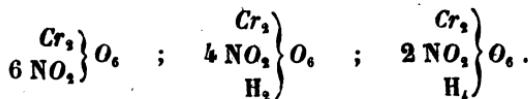
Acetati cromici:



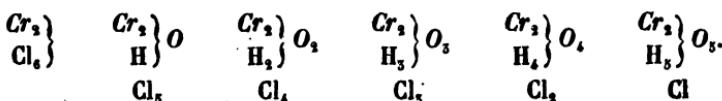
Benzoati cromici:



Nitrati cromici:



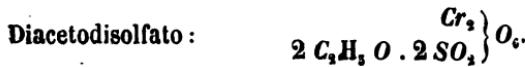
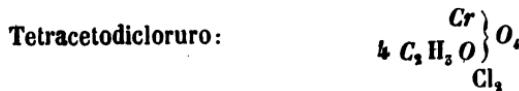
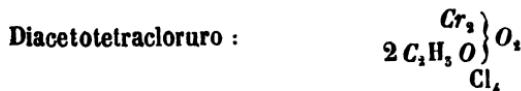
Cloruri cromici:



(1) $Cr = 54$.

Sali poliacidi del cromo.

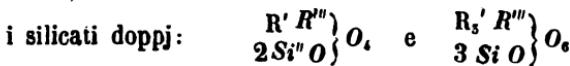
Io sono riuscito ad ottenere una serie di questi sali, sostituendo l'idrogeno acido dei sali basici sopra mentovati con radicali acidi. I sali poliacidi del cromo sono molto igroscopici e cristallizzano difficilmente, in ispecie se contengono dell'acido nitrico. Tutti si decompongono al calore rosso e rilasciano dell'ossido cromico. È notevole che in un certo numero di questi sali gli acidi solforico ed idroclorico non reagiscono sui sali di bario e di argento. Se i sali vengono decomposti per una corta ebullizione la reazione si mostra subito. Diamo anche qui soltanto le formule:



Non sarà difficile il preparare un maggior numero di questi sali anche con altri acidi. Senza dubbio pure l'alluminio forma dei sali poliacidi.

Nelle formule precedenti abbiamo ammesso i valori relativi $Cr = 54$, $Fe = 56$, $Al = 27,4$, introducendoli come radicali triacidi. Nondimeno crediamo che questi metalli siano sei-acidi. Non intendiamo con questo esprimere che il metallo allo stato libero abbia un altro equivalente di quello che ha allo stato di combinazione. Anzi ci pare che dal punto di vista chimico questo concetto non sia cosa intelligibile, perchè, riferendosi l'equivalente soltanto allo stato di combinazione, il chimico non ha il diritto di parlare di un valore relativo allo stato libero. Un valore per lo stato libero non può essere che un valore fisico e potremmo pensare, che questo valore sia per ora senza interesse per il chimico: ma possiamo dare un senso più intelligibile a questa supposta differenza dell'equivalente allo stato libero e combinato, se ammettiamo che la più piccola quantità di questi metalli, se adempiono solo una certa funzione, sia in generale il doppio della più piccola quantità che deve esser contenuta in un complesso di metalli, i quali adempiono *insieme* la stessa funzione. L'adempire da solo una certa funzione può sostituirsi per nostro scopo all'espressione *Equivalente allo stato libero*. L'adempire questa funzione insieme con altri metalli si sostituisce all'equivalente per lo stato combinato. Per esempio, la più piccola quantità di ferro contenuta in un sale ferrico non sarà inferiore al valore relativo 112, mentre che nei doppiosali, che contengono del ferro allo stato ferrico, può entrare un valore relativo di 56. Facciamo questa ammissione specialmente in riguardo a una serie di doppiosali, le formule dei quali dovrebbero esser per ora inutilmente doppiate, se la sei-acidità dovesse introdursi conseguentemente. In queste serie di doppiosali entrano p. e.





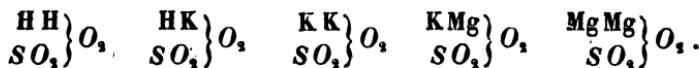
Da un'altra parte formuliamo i sali normali dei così detti sesquiossidi



modo di formulazione che del resto si accorda molto bene colle formule dei doppiosalì. Difatti le formule:



offrono le stesse relazioni ed esprimono le stesse idee, che le formule



formule, che sono adoperate dalla maggior parte dei chimici.

Conservando la formulazione triacida accanto alla sei-acidità del metallo, abbiamo soltanto voluto richiamare l'attenzione dei chimici su queste relazioni.

APPENDICE

Quanto all'influenza della parte basica sulla solubilità dei sali, posso far menzione di una relazione assai singolare, risultato di una ricerca sul rapporto tra la composizione e la solubilità. È conosciuto che i vetrioli formano dei doppiosalì coi solfati di potassio e di ammonio, sali che si accordano in molte proprietà fisiche e chimiche. Tutti questi doppiosalì so-

no *meno* solubili che i rispettivi vetrioli, e ciò forse sta in relazione colla quantità minore di acqua di cristallizzazione. — La solubilità del solfato ammonico è quasi cinque volte quella del solfato potassico e si dovrebbe presumere che i doppiosali, contenenti la combinazione più solubile, siano più solubili degli altri. — Ma sorprende invece di trovare sempre il contrario; i doppiosali, contenenti del solfato ammonico sono sempre *meno* solubili che quelli che contengono del solfato potassico. Tra gli ossalati all'incontro il sale potassico è *più* solubile del sale ammonico e negli ossalati doppj di fatto questi che contengono dell'ossalato ammonico sono *più* solubili dei composti potassici. Gli allumi ammonici sono tutti *meno* solubili che gli allumi potassici. Troviamo inoltre delle relazioni analoghe pei composti dei cloruri metallici coi cloruri di potassio ed ammonio.

Dunque si mostra spesso, che tra doppiosali di una composizione analoga, quello è il *più* solubile che insieme col costituente commune contiene la combinazione *meno* solubile. Non parmi che questo possa generalizzarsi; sembra che specialmente la temperatura abbia influenza su queste circostanze e le cifre trovate per una certa temperatura non permettono di far una conclusione per una altra temperatura. Non abbiamo potuto constatare, che colla combinazione con un sale determinato, sia sempre congiunto un aumento o una diminuzione della solubilità. Mancano ancora dei punti d'appoggio teorici per le ricerche sulla solubilità ed abbiamo creduto convenevole di sospendere il nostro lavoro finchè quei punti possano aversi. È certo che entrano qui molte relazioni, che finora non erano ancora l'oggetto delle ricerche esperimentali, come per esempio la coesione dei sali, l'adesione fra i sali e l'acqua e la facilità di sciogliersi. Quest'ultima è stata spesso confusa ingiustamente coi dati quantitativi sulla solubilità.

Laboratorio Chimico di Pisa

Dicembre 1863.

**SULLE METAMORFOSI DELL' ACIDO CAPROICO ARTIFICIALE;
DI A. ROSSI.**

Dopo che uno studio più approfondito degli acidi, prodotti per l'azione della potassa caustica sui cianuri di benzile e di cuminile, ebbe dimostrato che detti acidi per le loro peculiari proprietà e per quelle più straordinarie ancora dei loro derivati, non potevano più riguardarsi per i veri omologhi degli acidi benzoico e cuminico; come si era creduto da prima, tenendo conto soltanto della loro composizione, mi corsé alla mente il pensiero, che anche gli acidi ottenuti dagli eteri idrocianici degli alcoli ordinarii, tanto simili agli alcoli aromatici, offrissero le stesse particolarità, di guisa che fosse inesatta la legge dei cianuri dei radicali alcoolici formulata da Dumas, Malaguti e Leblans.

Per risolvere sperimentalmente questa importante questione ho esaminato sotto questo punto di vista l'acido caproico preparato artificialmente per mezzo del cianuro d'amile. Ecco le esperienze che ho fatte a questo oggetto:

Ho preso dell'alcole amilico, depurato con ripetute distillazioni frazionate, bollente alla temperatura di 131°, inattivo sulla luce polarizzata, e ne ho fatto da prima il cloruro, seguendo il metodo, assai conveniente, suggerito dal sig. Balard, cioè distillando ripetute volte un miscuglio d'acido cloridrico concentrato e d'alcole amilico. L'etere amilcloridrico così ottenuto bolliva a 98°. In seguito ho preparato il cianuro d'amile per doppia decomposizione, facendo reagire il cloruro d'amile con cianuro potassico. Ho trovato molto conveniente di produrre questa reazione in vasi chiusi. Perciò sciolsi il cloruro d'amile in cinque a sei volte il suo volume d'alcole a 85, posi-

questa soluzione con un eccesso di cianuro di potassio puro in palloncini, che chiusi alla lampada, e scaldai a bagno maria fino a che la reazione fu compiuta.

Aperti i palloncini, filtrai o distillai il liquido per scacciare la maggior parte dell'alcole, ed aggiunsi dell'acqua al residuo. Il cianuro d'amile così si separò e venne a galleggiare sul liquido sotto forma di una sostanza oleosa bruna. Questo prodotto lavato con acqua, seccato sul cloruro di calcio fuso e distillato, costituiva un liquido limpидissimo, bollente a 154°. Il cianuro d'amile così ottenuto fu sottomesso ad una prolungata ebollizione con una soluzione alcoolica di potassa caustica sino a che non si sviluppava più ammoniaca; dalla soluzione alcalina distillata per scacciare l'alcole, e saturata poscia con acido cloridrico in eccesso, si separò l'acido caproico, che venne a galleggiare come un olio alla superficie del liquido. Quest'acido raccolto, lavato con acqua, seccato con cloruro di calcio e purificato con ripetute distillazioni, costituiva un liquido limpидissimo, di odore particolare, che s'accosta a quello del sudore, e bollente alla temperatura fissa di 195°, sotto la pressione di 0^m,746, col termometro immerso nel vapore. Col metodo del Professore Piria ho trasformato l'acido caproico così ottenuto nella rispettiva aldeide, che, credo, non sia ancora stata preparata allo stato puro, ma solo intravveduta dai signori Brazier e Gossleth (1) negli olii che accompagnano la distillazione secca del caproato di barite.

A tal fine ho distillato rapidamente e a piccole porzioni per volta un miscuglio intimo di caproato e di formiato di calce, ed ho ottenuto un'abbondante materia oleosa, la quale agitata con una soluzione concentrata e calda di bisolfito di soda, vi si combiò per la massima parte, formando una combinazione, che col raffreddamento del liquido si depose cristallizzata. Questo composto spremuto bene fra carta sugante e depurato con successive cristallizzazioni nell'alcole debole, si presenta in belle lamine lucenti, grasse al tatto, di odore leggermente aromatico insieme e d'acido solforoso, abbastanza solubile nell'acqua fredda, assai solubile nell'acqua bollente senza sensi-

(1) *Ann. der chem. u. pharm.* t. LXXV. p. 256.

bile alterazione. Esse si sciolgono poco nell' alcole freddo, più assai nell' alcole caldo.

Le analisi che ho fatte di questo composto non mi hanno dato risultati abbastanza concordanti per poterne dedurre la formula; ma, non v' ha dubbio, che è la combinazione dell' aldeide caproica col bisolfito di soda. Difatti sciolto nell' acqua calda, e versando nel liquido una soluzione concentrata di carbonato di potassa, si separa una materia sotto forma di gocce oleose che, col riposo, presto guadagnano la superficie del liquido. Questa sostanza lavata con acqua, seccata sul cloruro di calcio e distillata, costituisce un liquido etero limpido di odore aromatico penetrante, piuttosto aggradevole, solubile in tutte le proporzioni nell' alcole, nell' etere e nell' acido acetico cristallizzabile; pochissimo solubile nell' acqua. Bolle alla temperatura di 121° sotto la pressione di $0^{\text{m}},743$. La sua composizione è quella dell' aldeide caproica rappresentata dalla formula $\text{C}^8\text{H}^{12}\text{O}$, la quale è stata dedotta dalle analisi seguenti:

I. 0gr,531 di sostanza bruciati con ossido di rame nell' apparecchio di Piria hanno dato 1,397 d' acido carbonico e 0,571 d' acqua.

II. 0,328 di materia hanno prodotto 0,865 d' acido carbonico e 0,354 d' acqua.

Questi risultati ridotti in centesimi danno dei numeri che s' accordano perfettamente con quelli dedotti dal calcolo della formula anzidetta, come può vedersi dal confronto seguente:

<i>Media delle analisi</i>	<i>Teoria</i>
Carbonio 71,93	$\text{C}^8 = 72$
Idrogeno 11,94	$\text{H}^{12} = 12$
Ossigeno 16,13	$\text{O} = 16$
<hr/> 100,00	<hr/> 100

Questa sostanza che, come si vede, ha realmente la composizione dell' aldeide caproica, possiede poi tutte le proprietà che deve possedere una vera aldeide. Difatti come tutte le aldeidi forma un composto cristallizzato col bisolfito di soda, riduce

il nitrato d' argento ammoniacale, ed infine assorbe l' ossigeno dall' aria trasformandosi nell' acido corrispondente.

L' identità dell' acido caproico ottenuto col cianuro d' amile, con quello che nasce dall' ossidazione della rispettiva aldeide è stata verificata coll' analisi elementare e con un diligente esame comparativo delle proprietà dei due acidi di differente origine. Per ossidare l' aldeide caproica ed averne l' acido, ho impiegato l' idrato d' argento; ho composto il sale d' argento prodotto con della potassa caustica, ed in seguito ho separato dal sale alcalino l' acido caproico col metodo dianzi indicato. L' acido caproico così ottenuto bolle a 195° come quello che proviene dal cianuro d' amile; possiede lo stesso odore, e tutte le altre proprietà. Il sale d' argento sottoposto all' analisi ha fornito i risultati seguenti:

I. 0gr,454 di composto calcinati all' aria hanno lasciato per residuo 0,219 d' argento. ♦

II. 0,362 di sostanza bruciati con ossido di rame hanno dato 0,663 d' acido carbonico e 0,255 d' acqua.

Questi numeri ridotti in centesimi danno:

	<i>Analisi</i>		<i>Teoria</i>
Carbonio	32,17	C ⁶ =	32,29
Idrogeno	5,04	H ¹¹ =	4,93
Argento	48,23	Ag 108	48,43
Ossigeno	14,56	O ² 32	14,35
		—	—
		223	100,00

L' aldeide caproica sottomessa all' azione dell' idrogeno nascente, secondo il metodo di Wurtz, si trasforma come le altre aldeidi nell' alcole rispettivo. Per operare questa importante trasformazione ho disciolto l' aldeide caproica nell' acido acetico concentrato e vi ho fatto reagire dell' amalgama di sodio sino a che scomparve quasi intieramente l' odore caratteristico dell' aldeide. Allora aggiunsi acqua al miscuglio, separai il prodotto oleoso formatosi, l' agitai prima con una soluzione di bisolfito di soda, poscia lo feci digerire con dell' idrato di potassa

e distillai. Ottenni così un liquido oleoso, scolorito, limpiddissimo, di odore particolare che s' accosta a quello dell' alcole amilico, ma meno sgradevole, che bolle verso i 150°. Sottomesso all' analisi ha' dato i risultati seguenti:

0gr,614 di sostanza bruciati con ossido di rame hanno dato 0,756 d' acqua e 1,588 d' acido carbonico.

Questi risultati tradotti in centesimi danno dei numeri che s' accordano perfettamente colla formula $C_6H^{14}\Theta$ dell' alcole caproico, come si rileva dal confronto seguente:

	<i>Esperienza</i>	<i>Teoria</i>	
Carbonio	70,52	$C =$	70,59
Idrogeno	13,68	$H =$	13,72
Ossigeno	15,80	$\Theta =$	15,69
	100,00	102	100,00

L' identità del composto in esame coll' alcole caproico, scoperto da Faget e studiato recentemente dai signori Peluze e Cahours (1), viene confermata dalla produzione di alcuni dei suoi deriyati più importanti. Mescolato con acido solforico concentrato quest' alcole, vi si discioglie con innalzamento di temperatura; il prodotto diluito con acqua e saturato con carbonato di barite, il liquido filtrato, coll' evaporazione lascia deporre un sale bianco cristallizzato, che non è altro che del solfo-caproato di barite. Lo stesso alcole caproico scaldato a bagno maria in tubi chiusi alla lampada con dell' acido cloridrico fumante, produce l' etere caproilcloridrico, liquido mobilissimo, di odore aromatico piacevole. Il cloruro di caproile così preparato scaldato in tubo chiuso con una soluzione alcoolica di ammoniaca, dà origine al cloridrato di caproiliaca recentemente scoperto dai signori Peluze e Cahours.

Il cloroplatinato di caproiliaca è poco solubile nell' acqua; si scioglie assai bene nell' alcole bollente da cui cristallizza col raffreddamento in bellissime scaglie di un giallo d'oro lucentis-

(1) *Comptes rendus*, t. 54, p. 1245; e t. 56, p. 105,

sime. La composizione di questo sale è rappresentata dalla formula $\text{C}^6\text{H}^{16}\text{Cl}$, pt Cl^2 , che s' accorda coi risultati dell' analisi seguente :

0gr,557 di materia calcinati all' aria hanno lasciato per residuo 0,478 di platino, ciò che fa per cento 31,95.

La formula dianzi indicata richiede 31,97.

Risulta adunque dai fatti sommariamente esposti, che gli acidi che si ottengono per l' azione della potassa caustica sugli eteri cianidrici degli alcoli ordinarii, sono affatto identici con quelli che derivano direttamente dall' ossidazione degli alcoli rispettivi, e per conseguenza sta la legge dei cianuri dei radicali alcoolici, ristretta però agli alcoli ordinarii, e ci fornisce un metodo facile per passare da una serie all' altra immediatamente superiore. Resta però a spiegare la singolare anomalia che presentano i cianuri dei radicali degli alcoli aromatici, le cui analogie coll' altra classe d' alcoli sono state, fin qui, osservate completissime.

SULL' OZONO ATMOSFERICO; NUOVE INDAGINI
DI LUIGI PALMIERI.

Fin dallo scorso secolo fu osservato che l'ossigeno per mezzo dell'elettricità poteva modificarsi ed acquistare un esaltamento chimico che punto non si ravvisa nell'ossigeno ordinario. Ma fu Schönbein che da pochi anni scoprendo nuovi fatti del medesimo genere chiamò specialmente l'attenzione dei chimici sopra questo particolar modo di essere, o stato allotropico dell'ossigeno, cui egli diede il nome di *ozono* dall'odore col quale la sua presenza suolsi annunziare, odore del tutto simile a quello che si avverte in vicinanza di poderosa macchina elettrica messa in attività in mezzo ad aria secca.

Sebbene dapprima l'ozono si credesse un composto ossigenato e propriamente un vero perossido d'idrogeno espresso dalla formola HO_3 , pure dopo che l'ossigeno secco e non commisto ad altra materia fu convertito in ozono per mezzo delle scariche elettriche, parve impossibile riuscire il concetto di una verace allotropia di questo fluido aeriforme. Molte sono le maniere di ottenere l'ozono, le scariche elettriche, il fosforo umido ad una temperatura alquanto elevata, l'elettrolisi dell'acqua a temperature prossime o meglio inferiori allo zero, ec.

Assicurata dunque l'esistenza dell'ozono nel laboratorio, si ebbe ragione di sospettare che anche l'ossigeno dell'aria potesse assumere più o meno questo stato allotropico, sia per effetto dell'elettricità atmosferica, sia per altre cagioni. E siccome l'ozono ha tra le altre proprietà, quella di scomporre l'ioduro di potassio, così Schönbein preparò le sue carte reagenti con soluzione di questo ioduro ed amido, le quali colorandosi più o meno all'azione dell'ozono potevano riuscire aconce a dare una certa misura della quantità di esso esistente

nell'aria. Di qui l'ozonometro che passò ben presto fra le mani dei meteorologi, e col quale parecchie serie di osservazioni furon fatte, esponendo le carte anzidette all'aria libera per 12 ore, come Schönbein medesimo aveva consigliato. A parte le cagioni perturbatrici delle quali appresso si dirà, quel metodo delle 12 ore non potea menare ad alcuna conclusione sicura, siccome dimostrai già in altro mio lavoro; imperciocchè la carta nel corso di 12 ore si colora da una parte per le cause siano quali si vogliano che scompongono l'ioduro di potassico, e dall'altra si scolora perchè l'iodo va via; onde alla fine si ha una tinta che non è né la somma, né la media delle parziali colorazioni patite in sì lungo tempo.

Essendosi poscia notato che quelle carte possono colorirsi per l'azione di molti acidi, come del pari essere scolorite dall'ammoniaca, Houzeau volle prepararle in altro modo: prese dunque delle carte azzurre di tornasole e per una debole soluzione acida fece sì che prendessero una tinta rossa piuttosto leggiera, indi immerse per metà nella consueta soluzione amido-iodurata, ed asciugate le esponeva all'aria o all'ozono artificiale. Egli è chiaro che operando sulla carta un acido, deve arrossire di più la parte non preparata coll'ioduro potassico, ed operandovi un alcali dovrà reintegrare il primiero colore; ma se invece è l'ozono che vi esercita la sua azione, allora l'ioduro di potassio scomponendosi, dovrà ripristinarsi più o meno solo il colore della metà iodurata, rimanendo l'altra metà senza verun cangiamento. Ciò non pertanto conviene osservare che sulle carte ozonoscopiche operano benanche altre cagioni, che l'ozono, come si dirà, esercita eziandio un'azione sulle carte di tornasole e finalmente che le carte di Houzeau sono poco sensibili (1). Vi ha benanco delle carte preparate con solfato di protossido di manganese con la tintura di Guaiaco, ec.; ma tutte presentano più o meno, questi ed altri inconvenienti, per cui quasi sempre nelle investigazioni ozonoscopiche si fece ricorso alle carte amido-iodurate variamente sensibili per modo

(1) Houzeau ha nell'Aprile di questo anno proposto anche un altro metodo che riesce non solo qualitativo, ma aziandio quantitativo: di esso discorrerò appresso.

che James di Sédan ridusse a 21 le tinte della sua gamma cromatica che Schönbein aveva diviso in 10 ed Houzeau in 5.

Ora vedendo che sulle carte ozonoscopiche opera la luce in presenza dell'ossigeno ordinario, che molto efficacemente vi operano il clorò ed i vapori nitrosi, anche in assenza della luce, che esse si colorano al buio coi vapori dell'etere del creosotè ec. in presenza dell'ossigeno, che si tingono poco coi vapori dell'acquarzente e più o meno con quelli degli olii essenziali, sorgere dovea naturalmente il dubbio intorno alla causa della colorazione delle carte ozonoscopiche, esposte all'aria, e quindi il Prof. Silvestri (1) e più decisamente il Cloez non trovarono alcuna ragione per accettare l'esistenza dell'ozono atmosferico. Il chimico francese dopo molti studii sul proposito dichiara francamente, che tuttociò che si è fatto finora per mostrare la presenza dell'ozono nell'aria e per misurarne la quantità è privo di fondamento (2), e poco appresso soggiunge: *fino a tanto che, dietro matura disamina, tutte le quistioni relative a quest'argomento non siano risolute, sarà permesso dubitare della presenza dell'ozono nell'atmosfera* (3). Codesti dubbi del Cloez vengono ribaditi dall'altro importantissimo lavoro di lui riguardante la nitrificazione, dal quale risulta, come dalle belle ricerche antecedenti del Prof. De Luca, la esistenza nell'aria dell'acido nitrico o di altri composti nitrosi ossigenati, capaci a colorire le carte ozonoscopiche.

Stando così le cose prima di por mano a nuove indagini meteorologiche sull'ozono atmosferico, io sentii la necessità di fare un passo indietro per assicurarmi prima di tutto se veramente vi sia l'ozono nell'aria, e dopo un anno di studii, *provando e riprovando*, secondo il motto dell'Accademia del Cimento, credo di esser giunto a dare le prove irrecusabili dell'esistenza dell'ozono meteorico, naturale o atmosferico che dire si voglia.

(1) Rendiconto de' lavori eseguiti nel Laboratorio di chimica dell'Università di Pisa sotto la direzione del Prof. Sebastiano De Luca, p. 11, dispensa 1. Pisa 1861.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3.^e série, vol. 50, pag. 82.

(3) Pag. 95.

Prima di tutto ho dovuto rivedere la serie delle cagioni da cui le carte ozonoscopiche possono essere colorite per conoscere poscia se mettendosi al coperto di queste l'aria possedesse tuttavia una virtù propria di scomporre l'ioduro di potassio, e se questa virtù fosse in tutto identica a quella che diamo all'ossigeno nei laboratorii, quando lo trasformiamo in ozono. Per la prima parte sarò breve, perchè ho potuto far tesoro del lavoro del Cloez, onde dirò solo quello che vi ho aggiunto di proprio; per la seconda poi conviene che mi allarghi alquanto più in parole, essendo l'argomento nuovo, intricato ed importante (1).

La Luce. La luce colora le carte di Schönbein in presenza dell'ossigeno solo o misto a qualsiasi altro fluido aeriforme di per sè stesso inerte, come azoto, idrogeno, acido carbonico, ossido di carbonio, ec., ancorchè l'ossigeno vi sia in quantità tenuissima; codesta colorazione è favorita dal vapore acqueo per modo che in uno spazio perfettamente secco punto non si appalesa o solo debolissimamente immersendo la carta in acqua stillata. Nelle stesse condizioni poi non ho mai visto colorirsi le carte preparate col solfato di protossido di manganese, nè quelle di Houzeau esposte per 48 ore alla luce diretta o diffusa in qualunque stagione dell'anno; che anzi le prime talvolta da giallo-ranciate diventano bianche ed esposte così all'aria libera ripigliano di nuovo il loro colorito e poscia immerse in acqua prendono la tinta consueta attribuita all'ozono. Siffatte esperienze, siccome ognuno intende van fatte in recipienti di vetro perfettamente chiusi. Niuna carta ozonoscopica si colora nell'idrogeno, nell'azoto, nell'ossido di carbonio, nel vapore acqueo per mezzo della luce, siccome avea osservato il Cloez; e se talvolta avviene il contrario, è segno manifesto o di piccola

(1) La maggior parte de' reagenti ed altre sostanze di cui ho fatto uso sonomi state somministrate dal Laboratorio di chimica dell' Università per l' esemplare cortesia del Prof. Sebastiano De Luca il quale mi ha dato non pochi altri aiuti, permettendo eziandio che il suo abile Coadiutore Giuseppe Giordano mi prestasse efficace cooperazione, preparandomi ciocchè mi potesse occorrere. Spesso ho fatto capo anche dal Prof. Ubaldini ch' è gentile quanto abile ed esperto sperimentatore. S' abbiano tutti un attestato della mia gratitudine.

quantità di ossigeno o di tracce di cloro, di acido cloroidrico, o di vapori nitrosi. Le carte che in recipienti chiusi esposti alla luce si colorano in presenza dell'ossigeno, restano inalterate nelle tenebre. Ma la luce è assolutamente inetta a colorire le carte nel vuoto torricelliano secco ed umido ed anche in quello della macchina pneumatica mantenuto in modo che il provino non superi i 5 o 6 millimetri. Vedendo che le carte nell'ossigeno ordinario si colorano col favore della luce, alcuni furono indotti a pensare che questa avesse la virtù di convertire l'ossigeno in ozono ovvero dargli lo stato nascente, come par che lo dia al cloro in presenza dell'idrogeno, i quali per essa prontamente si combinano. Il Cloez per provare che la cosa non procede a questo modo ha esposte due carte ozonoscopiche al passaggio dell'aria vivamente illuminata dal sole, una delle quali era esposta e l'altra difesa dalla luce ed ha veduto colorirsi l'una e non l'altra. Dal che convien conchiudere che la luce di per sè sola potrà polarizzare l'ossigeno in presenza dell'ioduro di potassio, ma non è atta a dargli in modo permanente la forma di ozono, come fanno le cagioni delle quali di sopra è detto.

Un altro fatto degno di nota è che la soluzione amido-iodurata non si colora in vasi chiusi esposti alla luce, e nemmeno in vasi aperti innanzi ai più potenti raggi solari. Se in questa soluzione bagnate una striscia di carta e poscia la collocate verticalmente in guisa che la parte inferiore pesci nella soluzione, è chiaro che una porzione di questa carta fuori del livello del liquido si manterrà per imbibizione costantemente bagnata e la rimanente si asciugherà; allora sarà agevole ad ognuno il vedere che solo quest'ultima parte si colora e quella bagnata si mantiene perfettamente bianca. Quando il vaso rimane per più giorni esposto all'aria il livello della soluzione si abbassa col disseccarsi del liquido e le pareti del vaso che restano a secco si colorano.

In Inghilterra dove le osservazioni ozonometriche furono maggiormente introdotte negli Osservatori meteorologici è usato l'ozonometro del Dott. Moffat, nel quale le carte ozonoscopiche molto sensibili sono collocate in un recinto in cui

l'aria può liberamente circolare senza che la luce vi penetri.

Cloro e vapori nitrosi. Efficacissima è l'azione del cloro, dell'acido cloroidrico non che dei vapori nitrosi non solo sulle carte, ma eziandio sulla soluzione amido-iodurata, senza il concorso della luce: ma avendo operato in una cameretta buia non ho mai visto colorirsi le carte, allorchè la quantità di questi fluidi aeriformi era sì poca da non farne avvertire l'odore; anzi mentre di notte nella cameretta l'odore del cloro o dell'acido iponitrico debolmente si avvertiva, la carta di Schönbein non era minimamente colorita, ed un'altra simile esposta nello stesso tempo all'aria libera avea preso una tinta tra i 2 ed i 3 gradi della scala ozonometrica.

Essenze. Le essenze esposte all'aria ed alla luce si sa che acquistano la virtù di colorire le carte ozonoscopiche. Questo fatto meritava dal canto mio una peculiare attenzione, perocchè gli effluvi delle piante resinose ed aromatiche potrebbero efficacemente concorrere al coloramento delle carte, tanto più che alcuni affermano, che le medesime in campagna lungi da ogni vegetazione si mantengono bianche.

Le essenze sulle quali ho potuto sperimentare sono state quelle di trementina, di lavanda, di rosmarino, di menta, di cannella, di limone, di arancio e di mandorle amare. Ho sottoposto a prova anche molte acque aromatiche come di cannella, di rose, di menta ec. Le carte esposte ne' vapori di queste in recipienti chiusi e fuori l'azione della luce non sonosi mai colorite: non così mi è avvenuto coi vapori degli olii essenziali i quali, sebbene con varia energia tutti hanno la virtù di colorire le carte ozonoscopiche, almeno in presenza dell'ossigeno e senza l'intervento della luce. Ma per rendere più cospicuo il fenomeno si ponga in un fiaschetto di vetro una piccola quantità di uno di questi olii e si riscaldi con una lampada ad acquarezente, la carta immersa nei vapori che si elevano, prontamente colorasi come se si fosse messa nell'atmosfera luminosa del fosforo umido; ma se quest'olio lo fate bollire per qualche tempo vedrete i suoi vapori perdere a poco a poco la virtù di colorire le

carte, e quando è giunto il momento in cui più non si colorano vedete invece scolorirsi quelle che si erano colorite dapprima; e poichè rimangono scolorite anche dopo levate dal fiaschetto senza aver perduto la virtù di ricolorirsi, e lo scoloramento avviene ad una temperatura di 50°, non può credersi che ciò derivi dalla evaporazione dell' iodo, o dalla proprietà dell' ioduro di amido di scolorirsi per riscaldamento e ricolorirsi con l' abbassamento di temperatura, proprietà di cui si valse il Prof. De Luca nelle sue belle esperienze sulla temperatura della soluzione amido-iodurata a stato sferoidale. Secondo il Prof. Meissner l' ossigeno che si svolge dall' essenza di trementina sarebbe antiozono. Io non ho ripetute le sue esperienze per assicurarmene, perocchè spero potermi versare sull' argomento dell' antiozono in altro lavoro, ma ho solo notato che introducendo una striscia di carta ozonoscopica ne' vapori delle essenze ad una temperatura di circa 50° si osserva quasi sempre un fumo bianco che potrebbe essere indizio dell' antiozono, come appresso si dirà. Le essenze che per una ebollizione prolungata perdono la virtù di colorire le carte, la riacquistano esposte all' aria ed alla luce. Le carte azzurre di tornasole prendono decisamente una tinta rossa esposte nei vapori anzidetti ad una temperatura alquanto elevata.

Cloez dice che l' olio essenziale di mandorle amare si comporta in modo diverso dalle altre essenze, imperciocchè esso non colora le carte neppure in presenza della luce e dell' ossigeno, quantunque assorba quest' ultimo per passare allo stato di acido benzoico idrato. Immergendo le carte in questa essenza, come in altre di debole efficacia, quantunque esposte innanzi all' aria ed alla luce, veramente non si colorano, ma non dee dirsi lo stesso dei loro vapori, specialmente a caldo. Avendo sperimentato coi vapori dell' essenza di mandorle amare ricavata dalle foglie del lauro regio e ben rettificata, ho visto le carte colorirsi nel buio alla temperatura dell' ambiente, un poco più col favore dell' umido, meno in aria secca. Le carte azzurre di tornasole, immerse in quest' olio leggermente arrossivano, forse a cagione dell' acido idrocianico, ma le carte di Schönbein non pati-

vano alterazione sensibile. Lo stesso interveniva operando nell'acqua in cui erasi agitata una certa quantità dell'olio anzidetto. Riscaldando poi l'essenza di cui parliamo ed immersendo le carte asciutte nei vapori di essa, queste evidentemente si colorivano, quantunque meno di quello che suole avverarsi con le essenze più energiche, e la loro tinta rendevasi più cospicua, immersendole dopo in acqua stillata. Prolungando la ebollizione per molto tempo la virtù di colorire le carte viene scemando senza mai interamente sparire, ed intanto viene anche debolmente mostrandosi quella di scolorire le carte colorite dapprima, ma con la particolarità che scolorite dai vapori dell'essenza si ricolorano prontamente all'aria, il che coi vapori delle altre essenze o punto non interviene o solo debolissimamente. Il fenomeno riesce di una meravigliosa chiarezza, se la carta colorita sia stata bagnata prima di esporsi ai vapori dell'essenza. Dopo prolungato bollimento l'olio raffreddandosi si rappiglia in un corpo solido cristallino, il quale riscaldato di nuovo gode le medesime proprietà che aveva nel momento in cui fu tolto dalla lampada. Con un'altra varietà di quest'olio essenziale ricavato propriamente dalle mandorle ho veduto con prolungata ebollizione sparire del tutto la virtù di colorire le carte ozonoscopiche e rimanere quella di scolorirle per ricolorirsi prontamente all'aria. In tutte le essenze sulle quali ho fatto dei saggi ho veduto che le goccioline liquide che si depongono per distillazione sulle pareti fredde del fiaschetto hanno una potente virtù di colorire le carte che con esse si bagnano.

È questo un curioso argomento di studii sul quale forse ritornerò, ma pel momento mi basti l'aver notato che anche i vapori dell'essenza di mandorle amare colorano le carte ozonoscopiche.

Ciò premesso mi corre ora l'obbligo di provare, esservi nell'aria una cagione di colorire le carte ozonoscopiche indipendente e diversa da tutte quelle di sopra indicate, e che questa goda di tutte le proprietà dell'ozono artificiale: dopo di che, procedendo a fil di logica dovrà conchiudersi o l'assoluta negazione dell'ozono in generale, o dovrà ritenersi per indubitata l'esistenza dell'ozono atmosferico.

Per venire a capo di questo difficile ed intrigato problema mi è stato mestieri fare qualche nuovo studio sull'ozono artificiale, per mettere in chiaro alcune sue proprietà poco o nulla avvertite da coloro che mi precedettero in simili elucubrazioni: esso è stato quasi sempre ottenuto dall'elettrolisi dell'acqua a bassa temperatura o dal fosforo umido.

Si era detto che l'ozono può passare liberamente nell'acqua, ma Andrews fu il primo ad avvedersi che l'acqua distrugge una piccola quantità di ozono: interviene lo stesso aspirando l'aria con due aspiratori, in uno dei quali essa si fa passare direttamente sopra carte ozonoscopiche collocate in una canna di vetro coperta di carta nera, e nell'altro sulle medesime carte nello stesso modo collocate, ma dopo di avere attraversata l'acqua contenuta in una boccia a lavaggio; passate eguali quantità d'aria dall'una parte e dall'altra, non si hanno tinte eguali sulle carte; per lo più le ho avute colorite nella ragione di 5 a 3.

Io non intendo per ora decidere una lite che *sotto il giudice ancor sospesa pende*, non pretendo cioè di sapere senza nuove e pazienti indagini se l'ossigeno che si svolge dalla vegetazione delle piante sia, almeno in parte, allo stato di ozono, ma certamente le sperienze del Cloez non possono valere a dare una sentenza negativa. Egli pose delle piante acquatiche *potamogeton* o *ceratophyllum* in acqua della Senna saturata di acido carbonico e l'espose alla luce obbligando l'ossigeno che copioso si svolgeva per la scomposizione dell'acido carbonico a passare sopra una carta ozonoscopica difesa dell'azione della luce, e dopo di aver raccolti due litri e mezzo d'ossigeno misto ad azoto, acido carbonico e vapore acqueo, trovò che la carta non erasi punto colorata. Ma chi mai può pretendere che con due litri di gas si possa avere ozono bastante a manifestare la sua azione sulle carte; e poi quest'ozono attraversando l'acqua della Senna ha dovuto anche in parte distruggersi.

L'ozono sparisce passando attraverso la soluzione di nitrato d'argento. Quando io vidi la prima volta questo fenomeno con l'aria, continuai le aspirazioni per 15 giorni per

7 ed 8 ore al giorno, facendola passare con una velocità di 15 litri all' ora, perchè sospettai che l' acido cloroidrico potesse essere la causa del coloramento delle carte; ma visto che la soluzione rimase limpida, come limpida del pari era rimasta l' acqua attraverso la quale nell' esperienza antecedente era passata l' aria, trattata con la stessa soluzione, volli vedere se lo stesso fenomeno si avverasse con l' ozono artificiale, e trovai che questo, aspirato nello stesso modo, dava il medesimo risultamento; solo deve badarsi che la soluzione non sia acida; perocchè un' aura di acido nitrico può indurre lo sperimentatore in inganno.

Il fatto più importante poi è che apre la via per intenderne parecchi altri dei quali dovrò discorrere appresso è che l' ozono passa più o meno liberamente attraverso i bicarbonati alcalini o terrosi e rimane interamente assorbito o distrutto dai carbonati. Il bicarbonato ed il carbonato di soda mostrano il fenomeno in una maniera più cospicua. Per avere il carbonato di soda esente da tracce di acidi diversi dall' acido carbonico, in compagnia di Giuseppe Giordano coadiutore al Laboratorio di chimica, andai a collocare una soluzione di soda entro la mofeta di S. Maria del Principio in Torre del Greco, la quale è sorgente quasi continua d' acido carbonico, notevolmente accresciuta dopo l' incendio del Vesuvio del dì 8 Dicembre 1861. Dopo pochi giorni ebbi del bellissimo bicarbonato, una parte del quale fu ridotto in carbonato per via di calcinazione. Ora fatta passare l' aria attraverso la soluzione satura del bicarbonato, aspirata nel modo che di sopra è detto, la carta ozonoscopica si coloriva quasi egualmente dell' altra sulla quale con simili aspirazioni passava l' aria che non aveva attraversato alcun liquido. Ponendo invece la soluzione del carbonato, la carta rimase bianca dopo 50 ore di aspirazione, mentre l' altra assoggettata all' immediato passaggio dell' aria era fortemente colorata. Simili risultamenti ho avuto dall' ozono preparato con l' elettrolisi dell' acqua a bassa temperatura, ed anche da quello ottenuto col fosforo. Quest' ultimo fatto passare prima per soluzione di acido cromico o bicromato potassico, indi per un tubo in U ripieno di carbonato sodico umido e poi

per due o tre bocce a lavaggio con soluzione di carbonato potassico più non colora le carte di Schönbein; ed è bello il vedere come dei pezzettini di carta interposti tra i passaggi dell' ozono da una boccia all' altra vanno gradatamente mostrando tinte più deboli. Chi dunque dal vedere che le carte ozonoscopiche colorandosi all' aria libera non si colorano quando l' aria è passata attraverso una soluzione di carbonato alcalino, ne volesse inferire che siffatto coloramento proveniva da qualche acido libero esistente nell' aria farebbe un disettivo sillogismo. La probabile spiegazione di questo fatto sarebbe, secondo mi penso, alquanto agevole supponendo che l' ozono od ossigeno elettronegativo in presenza di un corpo alcalino od elettropositivo, qual' è il carbonato, entrando in combinazione con l' azoto genererebbe dei nitriti o dei nitrati meglio che non avvenga con un corpo meno alcalino o elettropositivo qual' è un bicarbonato. Ora poi s' intende che se l' aria passi lungamente attraverso la soluzione del carbonato di soda dovrà alla fine riacquistare la virtù di colorire le carte, perchè il carbonato a lungo andare, per l' acido carbonico contenuto nell' aria, deve diventare bicarbonato. E qui conviene che mi soffermi alquanto per dare una nuova interpretazione alle importanti esperienze di Cloez sulla genesi del nitro. Questo valoroso chimico non credendo all' esistenza dell' ozono atmosferico, e volendo ripetere la origine del nitro in alcune congiunture dalla semplice ossidazione di certi corpi, la quale iudurrebbe per trasporto (*entrainement*) la formazione dell' acido nitrico che altri avea fatto derivare appunto dall' ozono, ha ordinato delle esperienze, mercè le quali aspirando per otto mesi continui l' aria depurata prima di tutti gli acidi col farle attraversare soluzioni di carbonato potassico e di potassa, ed indi degli alcali facendola passare per pomice solforica, la introduceva in recipienti ne' quali erano diverse materie con carbonati o senza, ed ebbe dove più dove meno, dove sì, dove no, dei nitrati: ora io dico che da quelle esperienze non risulta che l' ozono non abbia per nulla cooperato alla formazione dei nitrati, imperciocchè ne' primi tempi l' ozono rimaner doveva assorbito dalle soluzioni alcaline depuratrici

dell' aria, ma dopo che le medesime erano convertite in bicarbonati, una parte almeno dell' ozono dovea passare nei recipienti, nei quali egli raccolse i nitrati. Mi duole che il Valentuomo non abbia interposta una carta ozonoscopica tra l' aria depurata ed i recipienti anzidetti perocchè son convinto che dopo qualche tempo l' avrebbe veduta colorirsi. Il Cloez intanto ricordando l' esperienze antecedenti del Prof. De Luca, dalle quali risulta una maggior copia d' acido nitrico raccolto dall' aria in vicinanza delle piante, crede che ciò derivi dai concimi, giacchè le piante finchè vivono consumano e non producono acido nitrico.

Ma a me preme domandare se veramente in ogni tempo vi sia nell' aria dell' acido nitrico od iponitrico libero, giacchè le prove desunte dai nitrati che si ottengono facendo passar l' aria sopra alcune basi non mi sembrano del tutto concludenti, imperciocchè potrebbe l' ossigeno attivo, l' ozono, combinarsi all' azoto in presenza di quelle basi con le quali i nitrati si formano. Il Cloez non ha mancato di dimostrare per altra via la esistenza dell' acido nitrico libero nell' aria, ma ciò nondimeno pare che la prova che ne dà non sia irrecusabile. Egli dunque facendo passare l' aria attraverso una sensibilissima soluzione aèquosa di tornasole osservò che dopo molto tempo essa prendeva oltre la colorazione distintiva dell' acido carbonico quella degli acidi energici, la quale persisteva col riscaldamento; ma io ripeto che la tintura di tornasole è alterata dall' ozono, e quel coloramento di cui parla il chimico citato è sì debole ed incerto, che egli stesso ha creduto dover ricorrere ad una prova *complementaria* per assicurarsi dell' esistenza dell' acido nitrico, la quale prova consiste nel fare passare 15, o 20 metri cubici di aria per una soluzione di carbonato potassico ad un determinato titolo e nell' osservare che per lo più la soluzione divenendo meno alcalina contiene un poco di nitrato; ed ecco che per tal modo si ricade sulla prova indiretta la quale punto non dimostra l' esistenza dell' acido nitrico libero nell' aria; ma invece dal vedere che mentre i nitrati si formano l' ozono sparisce, si è indotti a conchiudere che quei nitrati riconoscono per lo meno la lor causa occasionale dall' ozono.

Del resto quantunque il Cloez ritenga l' acido nitrico libero nell' aria, pure dichiara che il medesimo vi si trova solo in certi tempi dell' anno ed in quantità sì picciola da non averla potuta giammai valutare, ancorchè avesse operato sopra una mole considerevole di aria. Per la qual cosa sembra che l' aria possegga la virtù di colorire le carte ozonoscopiche indipendentemente dall' acido nitrico od altri composti nitrosi ossigenati, i quali possono solo accidentalmente ed in qualche tempo trovarsi nell' aria, mentre le carte ozonoscopiche sempre si colorano ad eccezione di certi luoghi ove si trovano cagioni aconce a distrugger l' ozono o a scolorire le carte. Le stesse sperienze di Cloez provano fino all' evidenza che i nitrati si posson formare con aria perfettamente priva di acido nitrico o altro composto nitroso, ma non dimostrano che possono aversi in tali condizioni senza l' ozono. Le sperienze del Prof. De Luca per le quali egli ebbe dei nitrati operando con l' ozono sembrano venire in appoggio del mio parere. Vi ha senza dubbio delle cagioni per le quali puossi avere in qualche luogo e per qualche tempo dell' acido nitrico nell' aria, perocchè si sa che il medesimo si forma nella combustione dell' idrogeno in presenza dell' azoto, con le ripetute scariche elettriche nell' aria, ec., onde diviene il facile compagno e spesso il successore dell' ozono, perocchè in tutte le congiunture, in cui l' ossigeno si polarizza fortemente come elettro-negativo, acquista attitudine di unirsi all' azoto, ed in presenza dell' acqua si ha l' acido nitrico, ma ciò sembra avvenire nei momenti della polarizzazione energica e primitiva, come durante la combustione, il passaggio delle scariche elettriche ec., e dopo l' ossigeno potrà serbare in parte lo stato nascente, ma non si unirà più all' azoto senza di un corpo in presenza del quale possa provocarsi una nuova combinazione.

Se le carte ozonoscopiche si colorano all' aria indipendentemente dalla luce e dai vapori nitrosi deve dirsi lo stesso pel cloro, giacchè le soluzioni alcaline attraverso le quali si fa passar l' aria per molto tempo, mentre danno notevole quantità di nitrati, mostrano appena tracce insignificanti di cloruri, come lo prova anche il mantenersi limpida almeno per molto tempo la soluzione di nitrato d' argento.

Restano da ultimo gli effluvii aromatici delle piante. Fo prima di tutto osservare che le carte si colorano benissimo in alto mare e coi venti che dal mare procedono, che si colorano di notte in mezzo alle vecchie lave del Vesuvio alla distanza di 2 chilometri dalle scarse piante che covrono la campagna circostante, ed in tempo di perfetto riposo del Vulcano, quando non vi sono fumarole di qualche attività. Ma ponendo da banda tutto questo, veniamo ad una prova sperimentale senza replica. L'aria fatta passare per soluzione d'ioduro potassico diviene assolutamente inetta a colorire le carte ozonoscopiche; ora fate che la medesima prima di passare per la soluzione anzidetta abbia attraversata l'essenza di trementina, allora le carte in brevissimo tempo saranno colorate. Le carte dunque sono generalmente colorate nell'aria da qualche cosa che rimane assorbita o distrutta dalla soluzione di ioduro di potassio, e non dai vapori o emanazioni aromatiche le quali impunemente l'attraversano. Dicasi lo stesso se invece di questa soluzione si usi quella di carbonato di potassio. In ultimo conviene notare che se il Cloez per impugnare la ipotesi dell'ozono svolto dalle piante ricorda che le carte si colorano anche meglio nel verno con una temperatura di 10° sotto zero, quando la vegetazione è sospesa, pare che siffatta obbiezione possa opporsi del pari alla ipotesi degli effluvii odoriferi delle piante come cagione di coloramento delle carte ozonoscopiche (1).

Provato che le carte si colorano nell'aria indipendentemente dalla luce, dai vapori nitrosi, dal cloro e dalle essenze, ci rimane a dimostrare che cotesta virtù dell'aria gode di tutte le altre proprietà dell'ozono. Abbiamo veduto già come sparisce attraversando la soluzione di ioduro di potassio, come si comporta all'istesso modo coi carbonati alcalini ec. ora ci è agevole il vedere che abbia le altre qualità

(1) Dalle recenti esperienze fatte dal Poey tra i profumi delle piante aromatiche di Avana risulta che le carte non si colorano con gli effluvii di quelle piante neppure in presenza della luce finchè stiano sotto dei recipienti, ma si colorano solo quando quegli effluvii vengano a mescersi a gran copia di aria. V. C. R. Agosto 1863.

essenziali dell' ozono. Si sa che l' ozono sparisce passando in acqua nella quale siasi stemperato del biossido di bario, svolgendo, secondo Schönbein, in tale incontro l' ossigeno ordinario, ed il biossido convertendosi in barite idrata. Ora fate passare in simil modo l' aria pel biossido di bario, ed essa perderà perfettamente la virtù di colorire le carte ozonoscopiche. Interviene lo stesso col perossido di manganese stemperato in acqua, tanto con l' ozono artificiale quanto con quello dell' atmosfera; solo si badi che questo perossido sia puro ed esente da tracce di acido cloroidrico. L' acqua di barite fa passare egualmente l' ozono del laboratorio e quello della natura, l' acqua di calce assorbe l' uno come l' altro; le foglioline di argento cambiano egualmente di aspetto senza cambiare di peso (1); lo zinco e lo stagno non si alterano se l' aria sia secca, l' ossido di rame si comporta come il perossido di manganese, l' iodio s' ingiallisce, e così dicasi delle altre qualità che all' ozono appartengono.

Finalmente poichè Houzeau ha indicato non ha guari un altro modo di giovarsi dell' ioduro di potassio per iscoprire la presenza dell' ozono io non ho voluto mancare di metterlo a prova con l' aria.

Entro due tubi o piccole bocce a lavaggio si pongano tre centimetri cubici di acqua pura colorita con alcune gocce di soluzione di tornasole rosso *vinoso stabile* (2). In una di queste bocce si pone la centesima parte di ioduro di potassio perfettamente neutro, indi unite le due bocce per un cannetto ricurvo, mercè un aspiratore si faccia passare l' aria prima nell' acqua senza ioduro e poi in quella coll' ioduro di potassio; se il colore in questa si repristina rimanendo nell' altra senz' alterazione sensibile è segno che l' ozono ha scomposto l' ioduro di potassio dando origine alla formazione della potassa.

(1) Andrews e Tait. *Annales de Chimie et de Physique*. T. 56. p. 335.

(2) Questo si prepara aggiungendo alla decozione di tornasole ordinaria qualche goccia di acido solforico allungato fino a che prenda la tinta vinosa permanente, il che si conosce se passata sopra un coccio di porcellana rimane di quel colore dopo disseccata.

Ne' molti sperimenti che ho fatto ho sempre visto più o meno ripristinarsi il colore della soluzione di tornasole nella boccia ove era l' ioduro di potassio, e non ho mai osservato, almeno nel tempo che ha durato ogni esperienza (da 48 a 60 ore), arrossita la soluzione contenuta nella prima boccia, ma qualche volta invece anche questa ha mostrato di tendere al violetto (1). Houzeau ricavando la potassa ottenuta viene a conoscere la quantità di ozono, ma per gli usi della meteorologia questo metodo riesce, almeno per ora, impraticabile.

Qualora poi si paragonino le condizioni sotto le quali l' ozono si manifesta più copioso nell' aria con quelle per le quali l' elettricità atmosferica più abbonda si trova una tale corrispondenza da valere per una prova sussidiaria in favore dell' esistenza e dell' origine dell' ozono atmosferico. Il Dottor Moffat dopo dieci anni di osservazioni ozonometriche fatte ad Hawarden all' altezza di 260 piedi sul livello del mare col suo ozonometro in cui le carte sono preservate dall' azione della luce, è pervenuto ai risultamenti che seguono riferiti alla 31.^a riunione dell' Associazione britannica per l' avanzamento delle scienze (2). La quantità di ozono cresce con lo scendere del barometro, con l' aumento dell' umidità relativa, coi venti di S. e di S. O. È maggiore in tempo di pioggia e di elettricità negativa, è più grande di notte che di giorno, più nell' inverno che nella estate. Varia coi luoghi per modo che al lido del mare è sempre più che nell' interno delle terre; è maggiore con le altezze, abbonda in campagna ed è scarso nei luoghi abitati, giungendo a zero, ove sono sostanze in putrefazione. Esso ha un gran potere ossidante e perciò è distrutto dalle sostanze ossidabili. Sul mare e verso le sponde, mancando i prodotti della putrefazione, l' ozono si mostra più copioso, e le coerenze atmosferiche equatoriali sono generalmente più ozonifere di quelle

(1) *Annales de Chim. et de Physiq.* T. LXVII, p. 472, 1865.

(2) V. *Report of the thirty-first meeting of the British association ec. Notice and Abstracts of Miscellaneous communications to the sections*, pag. 88 e 89, London 1863.

che vengono dai poli. Le lunghe calme rendon l'aria priva o scarsa di ozono il quale rinasce col vento. Ora la maggior parte di queste condizioni indicate dal Moffat io le trovo del pari nell'elettricità atmosferica per cui spero un giorno, all'ozonometro strumento di sua natura grossolano ed imperfetto, poter sostituire l'elettrometro atmosferico da me ridotto strumento comparabile e di grande precisione.

Mentre la *serietà* britannica, rimossa l'azione perturbatrice della luce, accetta l'esistenza dell'ozono atmosferico (1), mentre in Francia si elevan dubbi gravissimi contro di essa, in Germania non solo si crede all'ozono dell'aria, ma benanche all'antiozono messo innanzi la prima volta da Schönbein come un altro stato allotropico dell'ossigeno, per modo che il primo sarebbe elettro-negativo, ed elettro-positivo il secondo. Nella scuola francese, ove accettandosi appena l'ozono artificiale si pone in dubbio l'atmosferico si dura fatica a fare buon viso all'antiozono, per cui il Wurtz chiama ingegnosa ma temeraria l'ipotesi del chimico di Bala. Il recente lavoro del Dott. Meissner (2) sull'ossigeno è ricco di tal copia di fatti e di ragioni in favore dell'antiozono, che non pare agevole rivocarlo in dubbio: avrei solo desiderato qualche sperimento che più direttamente ne assicurasse l'esistenza nell'aria, quantunque non manchino parecchie prove indirette. Io non starò qui a ricordare le proprietà dell'antiozono, ma non posso tacerne una messa in luce dal Meissner per le importanti conseguenze meteorologiche alle quali può condurre, ed anche perchè ci mette per la strada per la quale puossi in modo più certo incontrare l'antiozono dell'aria. Il valoroso Professore di Gottinga adunque facendo passare l'ozono perfettamente puro per soluzione d'ioduro

(1) *V. Instructions for taking meteorological observations*; ec. By Colonel Henry James ec. London 1861. — *Drews practical meteorology*. London, 1860 ec.

In queste istruzioni compilate per incarico del Segretario di Stato del Ministro della Guerra è detto. *It is desirable, therefore, that a note should be taken atleast once a day of the indication of the ozonometer papers, and entered in the meteorological Register p. 51.*

(2) *Untersuchungen über den Sauerstoff*. Hannover 1863.

potassico e quindi per acqua stillata, osserva sulla superficie di questa formarsi una nebbia senza che avvenga abbassamento di temperatura, e questa egli chiama *atmizono*; se questa nebbia si riduce in acqua non vi si trovano segni di essere ossigenata, come lo è per poco l'acqua pura sottoposta attraverso la quale l'aeriforme è passato. Cosicchè l'antiozono nell'aria umida genera nebbia a guisa dell'opalescenza, come dice il Meissner, che in alcune soluzioni si ha per piccola quantità di un reagente, e nell'acqua forma perossido d'idrogeno o acqua ossigenata. E poichè si possiede ora un mezzo squisito per scoprire deboli tracce di acqua ossigenata, così non sarà difficile avere una prova diretta dell'antiozono nell'aria. Riserbando ad altro lavoro siffatta investigazione, voglio qui ricordare che il chimico citato dimostra essere l'ossigeno una condizione essenziale per aver la nebbia, per modo che raffreddando i vapori acquei contenuti nel vuoto, nell'azoto, nell'idrogeno, nell'acido carbonico ec., essi si rappiglieranno in goccioline, ma non faranno la nebbia propriamente detta, ed ha eziandio dimostrato che la nebbia si fa più rada col rendere l'ossigeno più scarso, onde ne segue che le nubi più dense si hanno nelle basse regioni dell'atmosfera, e gradatamente si perviene a quelle altezze, nelle quali è appena possibile avere dei cirri leggieri. Dal che sembra doversi inferire che l'ossigeno sia sempre in qualche maniera nelle condizioni d'antiozono, epperò quando sia più energicamente costituito in questo stato vi sarà maggiore attitudine alla generazione delle nebbie e delle nuvole. Or poichè l'antiozono sarebbe una derivazione dell'elettricità positiva, così il Meissner si giova delle mie ricerche sull'elettricità atmosferica, per indicare la origine dell'ossigeno elettropositivo, il quale quando sia energicamente costituito in questo stato non sarebbe assorbito dalla soluzione di potassa ed acido pirogallico. Ciò basta per mostrare l'importanza di questi studii per le numerose applicazioni di cui possono essere fecondi. Se oltre l'ozono trovasi anche l'antiozono nell'aria, le osservazioni ozonometriche fatte con le carte amido-iodurate non potranno avere alcuna significazione, finchè non si abbia il modo

di valutare l'ozono, e l'antiozono, perocchè non è possibile che queste due modalità dell'aria si comportino egualmente sulla nostra economia.

Molti annebbiamenti e molti fumi, di cui non sappiamo dare ragione, ripeterebbero, secondo il Meissner, la loro origine dall'antiozono il quale spesso si genera insieme con l'ozono. Il fosforo stesso ne darebbe una prova, imperciochè l'ossigeno dell'aria assumendo il suo stato elettro-negativo nel combinarsi al fosforo, svolgerebbe dietro di sè elettricità positiva, origine dell'antiozono e quindi della nebbia in presenza dei vapori acquei. I fumi bianchi che si manifestano quando l'ossigeno si estrae dal clorato di potassa in presenza del perossido di manganese, e persino le misteriose nebbie secche, potrebbero ripetersi dalla medesima origine.

Comunque sia, dimostrata per ora l'esistenza dell'ozono atmosferico, volgerò la mia attenzione all'antiozono, e quindi procurerò di cercare i mezzi più acconci per le osservazioni meteorologiche corrispondenti. Io son convinto del grande avvenire riservato alla meteorologia, ma fino a tanto che l'igiene, la pastorizia, l'agricoltura e la navigazione hanno poco o nulla a giovarsi delle sue osservazioni, francamente dirò che la vera meteorologia non è per anco nata; eppero io mi penso che la parte più grave di essa sia riposta nelle indagini ordinate a scoprire nuove leggi, anzichè nell'ammassare volumi di osservazioni parziali quantunque eseguite con grande precisione. Quando avremo strumenti atti a manifestare il corso e l'andamento di tutte le cagioni operanti nella natura, allora la vita, questa risultante ed in pari tempo questo compendio di tutte le forze, non sarà più misteriosamente legata all'ambiente donde prende vigore, ed in cui non di rado incontra le arcane cagioni dei morbi.



RICERCHE CHIMICHE SULLE SOSTANZE CONTENUTE NELLO STYGMA-
PHYLLON JATROPHÆFOLIUM (ASPARAGINA); NOTA DI S. DE
LUCA E G. UBALDINI.

In una precedente Nota abbiamo fatto menzione di una sostanza cristallizzata ottenuta dal succo di una produzione carnosa dello *stygmaphyllon jatrophæfolium*, e somigliante per molta proprietà all'asparagina. Questa sostanza sottoposta ad un esame più accurato, ci ha mostrato realmente di essere identica all'asparagina. Infatti i cristalli ottenuti sono di una limpidezza perfetta e non si alterano all'aria, hanno un debolissimo sapore e sono affatto privi di odore; presentano una certa durezza e sono fragili. La forma cristallina determinata dal Prof. Scacchi è identica a quella dell'asparagina ricavata dalle vecce e dagli sparagi.

Questa stessa sostanza si discioglie in piccola quantità nell'acqua fredda, e si discioglie facilmente nell'acqua bollente; ma l'alcoole assoluto a freddo non la discioglie, come pure l'etere e gli olii essenziali. L'alcoole allungato la discioglie alquanto a caldo. È una volta e mezzo più pesante dell'acqua e la sua densità determinata alla temperatura di 18° corrisponde a 1,505; col riscaldamento, perde l'acqua di cristallizzazione. La sua soluzione acquosa presenta leggermente reazioni acide.

La soluzione acquosa di detta sostanza fatta a caldo versata in altra soluzione fatta a freddo di acetato di rame, ed impiegando di queste due soluzioni volumi eguali, si ottiene un liquido che prende la colorazione azzurra de' sali cupo-ammoniacali, ed un precipitato che ridisciolto a caldo e filtrata la soluzione anche a caldo, questa deposita dei cristalli di un bello azzurro, i quali asciugati sopra carta

SULLA TEORIA DELLE MACCHIE SOLARI, PROPOSTA
DAL SIG. KIRCHOFF; PER P. A. SECCHI.

Accennammo di volo nel n.^o 2 del vol. II. del *Bull. Meteorologico dell' Osserv. Romano* la teoria che il sig. Kirchoff ha dato delle macchie solari in sostituzione della ricevuta finora. Essa ha fatto qualche sensazione come opinione di uno scienziato che ha acquistato meritamente una immensa popolarità e stima per le belle scoperte spettrali: onde non sarà male dirne alcuna cosa, valendoci dei diversi studi che sono comparsi recentemente.

Il sig. Kirchoff rigetta in comune la teoria di W. Herschel e quella di Wilson. Noi ci permetteremo primieramente di osservare che è altra cosa confutare la teoria di Herschel e altro il confutare quella di Wilson, e che distrutta la prima non cade punto la seconda. Herschel ammise che il nucleo solare fosse solido, oscuro e coperto da due strati di nubi luminose uno a certa distanza sopra dell' altro, separati da uno strato non luminoso, e allo squarcarsi di questi involucri attribuiva le macchie. I nuclei erano il corpo stesso del sole comparativamente più oscuro, visibile attraverso l' apertura di ambedue le atmosfere: le penombre erano fatte secondo lui dallo squarcio più grande del secondo strato luminoso. Al sig. Kirchoff non piacciono queste due atmosfere che a dir vero non sono mai piaciute nemmeno a noi, poichè esse non erano necessarie, ed erano sempre costrette a squarcarsi insieme. Dietro i numerosi nostri studii fatti con forti strumenti e con ogni attenzione, concludemmo che per lo più la penombra era formata di correnti filamentose della materia dell' unica fotosfera che inviluppava il sole, o della

stessa assottigliata in modo da esser trasparente, e facemmo avvertire la presenza di veli e cirri luminosi più de' nuclei, ma meno delle penombre che si trovavano talora nell'interno delle macchie, confermando così la scoperta del sig. Dawes, il quale giustamente si lagna che finora non vi hanno fatto attenzione tutti quelli che si sono occupati di questo soggetto.

Tra le cose che hanno destato l'attenzione degli osservatori intorno al sole in questi ultimi tempi vi è la struttura indicata dal sig. Nashmyth come a *foglia di salice*, cioè che osservando il sole con riflettori di grande dimensione e con oculari privi di offuscanti, ma in cui la luce sia indebolita dalla riflessione di una lastra di vetro per renderla tollerabile all'occhio, la struttura del sole si vede come formata di tanti pezzi lucidi ellittici allungati a guisa di foglie, agglomerati uno sull'altro e che appariscono più isolati e staccati al contorno delle penombre ove rassomigliano a tante foglie incrociate e stendentesi isolate nell'interno stesso del nucleo.

A noi non è stato dato ancora di trovarci in occasioni favorevoli per riconoscere questa struttura, ma vediamo che anche il sig. Dawes è nella stessa circostanza, esso trova che la struttura solare come è descritta da sir J. Herschel, cioè costituita di una specie di flocchi luminosi, è quella che più esprime le apparenze da sè osservate in molti anni di ricerche, e in quanto alle penombre egli conviene che vi sono delle parti lucide come correnti che si internano nei nuclei attraversando la penombra e conservando tutto lo splendore della fotosfera e non della penombra. Questo combina con quello che abbiamo sempre osservato noi, ed anche noi sempre abbiamo insistito sulle 3 specie di parti che si osservano in ogni macchia, nucleo vero, penombra, e cirri semiluminosi. Per spiegare questi fenomeni non è mestieri ricorrere a due strati di nubi luminose, ma basta una semplice fotosfera incandescente e mista a vapori meno luminosi (come si vedono nelle eclissi), nella quale facendosi degli squarci per cause difficili a indovinare, ma facili a congetturare, si poteva vedere attraverso le sue rotture la parte centrale meno lucida dell'astro.

Ma è appunto questa parte centrale oscura che pare al signor Kirchoff un grande assurdo. Come mai dice esso può am-

mettersi tale assurdità che al contatto di un corpo così incandescente e sotto una radiazione così viva come è quella della fotosfera, non sia ancora giunto all'incandescenza e alla fusione anche il nucleo? Ciò è un assurdo contrario a tutte le leggi della fisica. Con tutto il rispetto che merita un sì distinto scienziato noi crediamo che in questo vi sia esagerazione. Primitivamente nessuno ha mai detto che quel nucleo fosse freddo e se è oscuro esso lo è solo relativamente, e lo disse fino dai suoi giorni il Galileo, e la fotografia prova che l'intensità chimica de' nuclei è sì attiva che per ottenerne l'impressione bisogna operare istantaneamente, altrimenti essi pure eguagliano la fotosfera. La differenza è dunque poca cosa nella loro luminosità e se vedessimo uno di questi nuclei da sè, forse appena lo distinguemmo da una porzione di sole diretto. Il Kirchoff si fonda molto sul principio che tutte le sostanze divengono luminose allo stesso grado di temperatura per provare che l'interno del globo solare deve esser lucido quanto la fotosfera. Qui ci pare che si confondano due cose ben diverse: cioè il punto in cui i corpi cominciano a eccitare onde luminose capaci di divenire sensibili all'occhio, coll'altro fatto che tutti alla stessa temperatura debbano essere *egualmente luminosi*. Noi possiamo ammetter la prima di queste proposizioni e negare la seconda assolutamente. Noi vediamo nelle fornaci i gas ben diversamente luminosi dai solidi, e la fiamma più forte che si conosca cioè quella del cannello ossidrogenico, non è essa una delle meno luminose? Onde la conclusione che le parti che formano il nucleo solare debbano essere egualmente luminose che la fotosfera non può affatto sostenersi. Da ciò non segue già che quello che diciamo nucleo debba esser *solido* nè notabilmente meno elevato di temperatura, ma solo in uno stato meno luminoso, e può anche esser liquido o gassoso e solamente in esso non avranno luogo quelle vive azioni specifiche che accadono nella fotosfera. L'analogia con tutti i pianeti come bene osserva il Soret ci dice che le parti più pesanti devono accumularsi allo strato inferiore, e le più leggiere alla superficie, e tra queste sono i gas e le materie più sottili dalle cui modificazioni nasce la luce solare. Sicchè non vi è punto la tanto decantata assurdità ad ammettere che sotto lo strato sommamente incandescente della fotosfera

ve ne possa essere un altro, forse se vuolsi egualmente caldo, ma che sia meno luminoso di lui, e che ci si renda visibile quando si squarcia lo strato stesso della fotosfera più incandescente.

Anzi se bene si guarda non è possibile ammettere una identità assoluta di temperatura nelle varie parti del sole. Infatti il lavoro continuo che succede in esso e la continua emissione di calore suppone che una parte debba stare in istato attuale di chimica alterazione, e un'altra debba essere prossima ad entrarvi: la prima potrebbe essere la parte fotosferica, la seconda la parte meno lucida centrale, appunto come vediamo nei fuochi ordinarii. E non vogliamo preferire che se valesse l'argomento di chi pretende che nel sole tutto debba essere ad eguale temperatura, potrebbe concludersi lo stesso col medesimo ragionamento anche nelle nostre fornaci. Noi non diciamo questo quasi il sole fosse una fornace in cui bruciasse legna, ma diciamo solo che il lavoro stesso che colà si esercita per conservare l'attività solare suppone delle parti più intense e delle altre meno, altrimenti si cadrebbe nel caso di riguardare il sole come un corpo meramente incandescente cui ha dimostrato Thomson che non potrebbe continuare a restar luminoso nemmeno per qualche migliaio d'anni.

Il trattare poi la teoria di Wilson come assurda, mostra che si confonde questa teoria con quella di Herschel, mentre realmente vi è differenza. Wilson disse unicamente che le macchie erano cavità, e le osservazioni posteriori hanno verificato questo *fatto*. Ma nessuno disse mai che queste cavità avessero un vuoto dentro in senso rigoroso, anzi i cirri che vi si vedono attraverso, mostrano che esse sono piene di gas meno incandescente, ma che talora si distingue benissimo aggirarsi in vortici e correnti. Ora se ciò è, che cosa sono queste cavità se non se semplicemente spazi pieni di materia meno luminosa e perciò meno incandescente? Il sig. Kirchoff le vuole nubi ossia masse più raffreddate. A ponderar bene tra le due ipotesi non vi è poi in fondo tanta differenza, purchè si definiscano i nomi. La differenza, scomparisce anche più se vediamo l'origine di tali nubi che viene attribuita a vortici e cataclismi, che è la causa a cui abbiamo spesso attribuito anche noi l'origine di queste macchie.

Il solo punto di controversia che resta a decidersi è, se quel nero che dicesi nucleo sia una porzione di un fondo generale che stia sotto alla fotosfera, ovvero se esso sia prodotto dalla opacità di una nube o di una massa più raffreddata la quale impedisca i raggi della parte lucida sottostante di arrivare a noi.

Questa questione non può risolversi che dietro lo studio della forma e delle fasi delle macchie stesse, e non a priori. Ora lo studio delle loro forme non si concilia punto con quello delle nubi per quanto lo possiamo arguire da quello che accade nella nostra atmosfera e da quello che può ragionevolmente accadere in una atmosfera incandescente quale è la solare.

Infatti le macchie ci si presentano da principio come pori neri nei quali non sarebbe difficile riconoscere l'idea di nube, ma presto svanisce ogni analogia. Perchè dilatatosi il poro finchè abbia l'aspetto di macchia, si vede che i suoi orli sono frastagliati, e la penombra è formata *tutta da raggi finissimi convergenti verso il centro della figura*. Il nucleo non presenta sempre rigorosamente il contorno della penombra, come si è più volte detto, ma invece ad un angolo *sporgente* della materia luminosa contro il nucleo ne corrisponde uno *rientrante* nella penombra, appunto come farebbe uno scoscendimento di materia che colasse dalle pareti entro il nucleo, il quale lascerebbe una *scarpa* (talus) tanto più rientrante quanto ne è fluita in maggior copia. Queste sono le fasi di tutte le macchie finchè sono nel primo stadio che sembra esser quello di formazione e sviluppo completo, alla quale poi succede la fase di dissoluzione.

Intanto è palpabile che questa prima fase non ci presenta nulla di simile a ciò che dovrebbe fare una nube che si formasse. Questa dovrebbe comparire come una massa meno luminosa, ed essere o decisamente tutta intorno separata dall'altra più calda come sono i nostri cumuli, o sfumata sull'orlo come sono i nostri strati: questa forma radiante e l'aspetto di correnti che si precipitano in una cavità formando una scarpa ben distinta, non dovrebbe aver luogo in conto alcuno, almeno per quanto vediamo nelle nostre nubi, o possiamo congetturare. Qualunque sia la teoria della formazione delle macchie prima di tutto deve spiegare le loro apparenze, e que-

ste finora dalla teoria che le vuole nubi esse non sono spiegate.

Quando la macchia è arrivata al suo pieno sviluppo essa ci presenta vaste superficie nere nelle quali fanno irruzione dei fili luminosi come torrenti radianti tutto intorno dalla fotosfera che aggiransi tortuosamente per lunghe linee dentro ai nuclei, spezzandoli come si diceva altra volta. Ora se noi dobbiamo giudicare di ciò che avviene colà da quello che accade nella nostra atmosfera, tali irruzioni di masse calde dentro fredde, in modo che si conservino inconfuse e costantemente separate, da noi non si osservano punto, nè pare che vi si possano formare, perchè la massa nuvolosa opaca o le involerebbe alla nostra vista, o essa stessa ne diminuirebbe la luce raffreddando quel torrente che tende a penetrarvi dentro con quel moto lineare. Ora come noi osservammo più volte, e lo ripete recentemente anche il sig. Dawes (Month. not. N° ult.), i filamenti della fotosfera che penetrano nei nuclei conservano tutto il loro fulgore brillantissimo come la fotosfera medesima. Tale struttura adunque delle macchie non conferma punto l'idea di nubi.

Quando la macchia sta nell'ultimo periodo di dissoluzione la penombra è meno regolarmente radiata, e sembra formata dalla fotosfera stessa più attenuata e assottigliata, e in questo stadio può dirsi che ha qualche analogia colle nubi, ma evidentemente una teoria deve dar ragione di tutti gli stadi. Di più vi è una circostanza di cui la teorica delle nubi non dà conto, ed è la presenza delle facole che circondano le macchie.

Queste facole non sono altro che le creste delle onde burrascose eccitate nella fotosfera che emergono colle loro cime dallo strato più denso dell'atmosfera solare, come a lungo ho fatto vedere in altre scritture, e sembrano appunto formate dalla materia fotosferica che è rigettata intorno intorno dalla forza interna che crea la macchia. Se la macchia non fosse che la formazione di una nube non si capisce perchè il suo contorno dovesse essere agitato e violentemente scompigliato. Tutto indica che le macchie sono centri in cui la temperatura è minore e l'ho dimostrato io al termoscopio, ma insieme è manifesto che la sor-

gente di queste lacune è piuttosto una eruzione proveniente dall'interno del nucleo che non un semplice raffreddamento prodotto nella fotosfera per cause analoghe alle nostre meteorologiche, che è difficile immaginare nel sole, mentre le eruzioni interne non possono mancare in un corpo posto in tali condizioni.

Ma vi è di più, ed è che come Herschel per spiegare le penombre ammetteva due strati di fotosfera, così il sig. Kirchoff ammette due strati di nubi, obbligati sempre a comparire insieme uno sopra l'altro. Questi due strati sono veramente un puro ripiego per spiegare le penombre delle quali abbiamo detto già in che consistano e per spiegare le quali non occorre ammetter altro che una! fotosfera semplice con quegli accessori che sono inseparabili da tali incendii. L'ipotesi delle nubi è stata spesso riprodotta, ma sempre da quelli che o non avevano fatto grande studio delle macchie, o solo l'avevano fatto con strumenti imperfetti mediocri. Quindi essa fu sempre rigettata da quelli che ebbero a loro disposizione migliori mezzi di osservazione. Nè lo scopo di ammettere il nucleo men luminoso e punto quello (come si inculca forse un po' troppo) di risuscitare le viete fantasie dell'abitabilità del sole, perchè se il Creatore voleva fare quest'astro abitabile non era mestieri, mettervi uomini di carne ed ossa come noi, che sarebbero stati volatilizzati in pochi istanti, nè vi è mestieri per ciò di immaginare che lo strato nero sia come una tenda per riparare quegli abitanti dalla radiazione superiore. Queste cose possono servire a divertire i lettori in un trattato di Fontanelle o di chi ne calca le tracce. Noi diciamo solamente che senza contraddirle alle leggi della fisica, 1.^o lo strato fotosferico può avere una luminosità maggiore del nucleo interno, 2.^o che questo che diciamo nucleo non è mestieri punto supporlo solido, nè liquido, ma può esser anch'esso gassoso solo però più denso, 3.^o che malgrado la vicinanza dello strato fotosferico esso può avere non solo diversa luce, ma anche diversa temperatura, 4.^o che le apparenze delle forme delle macchie escludono assolutamente la struttura di nubi, e noi in esse nulla vediamo che abbia una adeguata analogia col modo di formazione delle nostre nubi o colle fasi che esse percorrono.

Abbiamo voluto dir queste cose non tanto per obiettare a un sì distinto fisico, quanto per impedire che si ritorni indietro nella scienza, giacchè la storia mostra che le persone di grande autorità in un ramo, spesso trascinano col peso della loro opinione i meno pratici delle cose al loro giudizio, anche in materie in cui per gli studi loro non abbastanza profondi, non dovrebbero avere una sufficiente autorità. Noi non pretendiamo punto di aver dato una vera teoria delle macchie solari, ma solo crediamo come dimostrato che quella che le vuole nubi è certamente una delle meno felici ipotesi che possono idearsi.

SUL MAGNETISMO POLARE DE' MATTONI E L'ALTRÉ TERRE COTTE: CONTINUAZIONE E PROPUGNAZIONE DELLA MEMORIA SUL MAGNETISMO POLARE DI PALAZZI EC.; MEMORIA II. DEL PROF. COMMEND. SILVESTRO GHERARDI.

L'illustre mio successore nella R. Università di Torino, sig. Prof. Cav. Gilberto Govi, mi fece l'onore di promuovere e tenere discorso nel Congresso scientifico di Siena (1) delle mie ricerche intorno al *Magnetismo polare di palazzi ed altri edifici ec.*, che l'Accademia nostra accolse con tanta bontà, da obbligare moltissimo la mia riconoscenza. Fra le cose in quella occasione pronunziate sull'argomento, due eccitarono particolarmente l'attenzione mia. — Il Sig. Maggiore Porro osservò: che « *tutti i mattoni che servono a Genova per il lastricato sono magnetici* ». — Che egli, l'illustre ingegnere meccanico sig. Maggiore Porro, od altri avessero fatta, prima delle nominate mie ricerche, questa osservazione, non disse, o non è detto almeno nel Diario. Ma io tengo in mano prove irrefragabili, e ne aveva anche prima del Congresso di Siena, che *nissuno* in Genova aveva mai saputo nè parlato di magnetismo di mattoni, avanti che io mi vi recassi sul principio di Novembre 1861 e vi facessi una qualche mia esperienza sul detto magnetismo de' mattoni, e vi interessassi alcuni, ma particolarmente il mio Francesco Amadori, meccanico valentissimo; e avanti che io stesso, ai primi di Giugno dell'anno scorso, cioè un tre mesi e mezzo innanzi del Congresso di Siena, inviassi ai chiarissimi Professori Bancalari e Gobbi Belcredi, al nomi-

(1) V. Diario del decimo Congresso degli Scienziati italiani, in Siena; Seduta del 19 Settembre 1862, della classe di Fisica e Matematiche, pag. 107.

nato Amadori, e ad altri, in quella istessa città, il sunto a stampa della mia Memoria letta all'Accademia il dì 8 Maggio antecedente. Giova in oltre sapere che al principio del susseguente Settembre mi prevalsi di una seconda visita alla medesima città (in cui se la mia famiglia fu colpita d'una grande sciagura dall'alto, vi esperimentò per altro, nell'esiglio, le maggiori consolazioni dipendenti dagli uomini) per discorrere di nuovo delle mie ricerche sul magnetismo de' mattoni, dei muri ed edifizi fatti principalmente di quelli (che in Genova però sono pochi); e questa volta, meglio dell'altra, notai, in compagnia di amici, che li milioni di mattoni (*pianelle*) ammonticchiati in depositi sopra il molo vecchio, che servono tuttodi a costruire o restaurare, *non il lastricato*, che per massima parte è in ciottoli od in pietra da taglio della buona, ma li murelli a mattoni in coltello dei sentieri di mezzo, delle cordonate, ec. de' numerosissimi viottoli della città. erano di quel 'così detto lavoro *stracotto* (in lingua de' muratori e fornaciaj) che, per solito, concilia, nei singoli mattoni, il maggiore possibile magnetismo polare; allora pure, e precisamente la mattina del 2 Settembre, nella bottega-officina del meccanico sig. Francesco Ferro, tra me e l'Amadori si parlò, ascoltanti alcuni, delle speciali esperienze eseguite con uno dei detti mattoni stracotti, che era lì, il quale non solo presentava un fortissimo magnetismo, quasi quasi emulante quello delle buone calamite, ma ad un suo fianco, patentemente più vetrificato ed *inferigno* che nell'altro fianco, il magnetismo, la polarità magnetica compariva indubbiamente di maggiore intensità, che non a quest'altro; e allora eziandio, o in quel torno (il 4 Settembre) un Giorgio Moscarda, giovine marino Veneto, da me stato già istrutto, in Torino, su coteste mie esperienze, scriveami da Genova istessa, sua ordinaria dimora: « avere, in molte guise, verificato che li mattoni ben cotti posti a galleggiare sull'acqua, coi necessarj sugheri, giravano, voltolavano; ma ad acqua abbastanza tranquilla, impedimenti rimossi, *impreteribilmente* finivano sempre per dirigere, fermi, loro lunghezza *perpendicolarmente* all'ago della Bussola nautica »: nella lettera del Moscarda sono descritte esperienze, ingegnosamente variate su quelle vedute in casa mia, con frammenti di mat-

tone convenientemente segati dall' intero , e messi a galleggiare sull' acqua, o a pendere da tiglie di canapa . — Il Moscarda avea anche saputo di certi parlari scambiati tra me e quel perfetto Cavaliere che è il Conte di Persano , allora Ministro della Marina , sul magnetismo de' mattoni , e delle terre cotte : » A che, apostrofavami un dì, *ex abrupto*; il prode Ammiraglio colla sua franca sincerità , a che, *per la Marina*, questa tua scoperta, da interessarne quel bravo pilota , e me? Ed io: impari se non altro , fin d' ora , a diffidare del meridiano della Bussola in un bastimento , per caso, con carico di mattoni ; impari ancora di non tollerare Bardacche o Boccheri (Alcarazas) od altri vasellami ed arnesi di terra cotta vicino alla Chiesola ; e poi, se in mare ti si guasta od incanta la Bussola, non impari di surrogarla , per imprestito , con uu mastello d' acqua , ed un *buon mattone*, che ritrovi dovunque , od anche uno di *certi vasi figolini*, che io t' indicherò? » Ma, per quel che potea portare il riferito asserto del Sig. Maggiore Porro al Congresso di Siena, ho detto abbastanza ed anche troppo; non superfluamente però, io spero, per commento al mio trovato , e alla mia Memoria.

L' altra cosa proferita al Congresso su questa , del signor Professore Buzzetti : « *che già Gauss aveva osservata l'influenza perturbatrice dei mattoni sugli aghi magnetici* »; su di che il Presidente Professor Govi osservava : — *il fatto del Gherardi essere diverso, giacchè si tratta di magnetismo bipolare* . — Io però confessò che questa seconda asserzione , del Buzzetti , mi umiliò un pochetto con me stesso, avvegnachè cogliesse proprio nel mio debole. Spiegomi. Presente sempre a me , in tutti i poveri miei studi, l' antico adagio — *nihil sub sole novum* —, non vo' qui stare a dire, per filo e per segno, tutte le scrupolose indagini da me praticate , avanti di produrre all' Accademia la mia Memoria , e dopo, per convincermi pure di non essere stato prevenuto, nelle mie ricerche sul magnetismo de' muri di mattoni proveniente unicamente dalla polarità magnetica d' ogni singolo mattone. Il risultato finale delle quali indagini , rispetto a tutti gli sperimentatori *moderni*, ma da un secolo circa a questa parte , fu quello che non mi peritai di accennare, francamente, in vari luoghi della stessa Me-

moria, e che, nella sostanza, se non colle stesse parole, riproduco qui: che su di ciò, su le deviazioni o perturbazioni che li fabbricati dellli Osservatorj, de'Gabinetti, ec. ponno indurre negli aghi da Bussole, si guardò alle *mosche* (alle massette di ferro qua e là sparsevi), e non si guardò all'*elefante* (alla massa de'mattoni, onde veramente constano). Ho detto gli sperimentatori *moderni*; siccome, a mo' d' esempio, Nollet, il P. Beccaria, il Vassalli Eandi, per non parlare di altri posteriori; i quali in quelle stesse camere ed aule del Gabinetto e della Scuola di Fisica della R. Università di Torino, in cui io mi avvenni nelle osservazioni, che furono principio e mezzo al mio trovato, fecero, anni ed anni, esperimenti ed osservazioni co' gli aghi da Bussole; e siccome Gay-Lussac ed Humboldt, che in un loro viaggio si fermarono a Torino per fare speciali osservazioni magnetiche (conforme avvertii nella nota (B) della Memoria), e alcune, probabilmente, nelle stesse mentovate stanze, essendosi avvalsi dell' ajuto del suddetto Vassalli Eandi; e finalmente siccome Coulomb, Quetelet, Kreil, ec., per tacere dei Biot, Becquerel, Pouillet, e di tanti altri recenti autori di produzioni speciali sul magnetismo, o di Trattati di Fisica; dentro alle quali opere tutte frugai, con ogni studio, a rinvenirvi quello che non sapea mai abbastanza persuadermi essere stato riservato proprio a me di scoprire. Che quanto poi ad esperimentatori e scrittori *antichi*, cioè anteriori ai predetti, da' quali doveano necessariamente incominciare le mie indagini, di uno a due secoli e più, io medesimo, nelle menzionate indagini, un po' dopo la lettura della mia Memoria aveva riscontrati in parecchi di essi certi passi da potersi riguardare come de'semi della mia scoperta; o veramente che avrebbero potuto essere semi della medesima, ove fossero stati avvertiti, attentamente considerati, creduti, spogliati di quel vago, di quegli errori, di quelle inesattezze o nebulosità, che, per lo più, involvono i semi delle scoperte moderne negli autori vecchi, e che formano la non minore al certo delle cagioni onde non vengono, per tempo, sfruttati, non cadendo, ordinariamente, in considerazione che a cose fatte e strafatte; vo' dire se non che dopo che alle scoperte, alle quali essi avrebbero potuto scorgere, si pervenne già per tutt'altra strada. Nel qual caso

poi, sia detto per incidenza, trovasi quasi sempre un qualche indiscreto o non discreto sindacatore delle scoperte stesse, che que'si fatti semi, al chiaro lume di esse scoperte va a rinvangare nella polvere delle Biblioteche; li spoglia e scevra, al lume medesimo, degl'indumenti di vecchiume; ed ingrato al lume stesso, che lo ha principalmente ajutato, li getta in faccia al povero scopritore, cantando: « ecco qui, è robba saputa già, dalla barba bianca! » — Nessuno, sicuramente, dubiterà che io mi sia lasciato andare a questa digressione per applicarla ai suddetti due egregi Signori del Congresso di Siena, nè in parte ben che minima; che sarebbe fuori affatto di ragione e di proposito. Io l'ho voluta fare, postochè è occorsa nello scrivere, in prevenzione di qualche *possibile* sindacatore della mia scoperta, tale quale si ha descritta nella ridetta Memoria di già pubblicata; il quale *possibile* sindacatore non vedendo nella medesima Memoria menzionato alcuno dei ripetuti *semi*, che egli pure avesse rinvenuti, mi volesse far rimprovero se non altro d'avere, questa volta, trascurati quegli studi di erudizione o di parte storica, che ho soluto curare mai sempre ne'miei miseri lavori. Su di che mi preunisco, per riedere poi subito al Buzzetti, con professare: che nel Gilberto — *De Magnetete etc.* 1600, nel Cabeo — *Philosophia magnetica etc.* 1629, ma *segnatamente* in questo secondo, ho rinvenuto de'passi che avrebbero potuto guidare al mio trovato; e che io, arrivatovi per tutt'altra via, ho il diritto di allegare a confermazione del medesimo; che nei Regii Henrici Ultrajectini — *Fundamenta Physices* 1646, nel Kircher — *Magnes sive de arte magnetica etc.* 1641, nel Grimaldi — *De lumine etc.* 1665, e nel Leotaldus — *Magnetologia* 1668 s'incontrano proposizioni o frasi che si riferiscono tutte evidentemente, benchè non si dica, al suddetto passo o luogo del Cabeo (più vecchio di tutti questi, e più copioso ed esplicito, su di ciò, di essi); che val presso a poco il medesimo di un passo, analogo ai predetti de'Regi, Kircher, ec., che ho pescato nel più antico voluminoso e turgido trattato di Fisica del secolo XVII, quello del P. Onorato Fabri, *Fabri Honorati — Physica etc.* 1669; e finalmente che in un altro trattato di Fisica, — *Institutionum Physicae*, del P. Scherffer, 1769, ho riscontrato pure un passo simile, nel

quale però si cita esattamente la *Physiologica Magnetica* del P. Cabeo: e questo del P. Scherler è l'ultimo anche, od il più moderno dei libri, nella moltitudine dei consultati da me, che io, fin qui, abbia potuto vedere far menzione di quel *seme* del mio trovato, che è nell'Opera ridetta del ferrarese P. Gesuita Cabeo; *seme* che fu piuttosto isterilito, che secondo e sviluppato durante il secolo e mezzo, circa, che venne pure tenuto da conto, e che indi, per un altro secolo, cadde in dimenticanza affatto. — E tutto questo vogliasi avere come un buon sommario di quella parte storica delle mie ricerche, che mi presiggerei di trattare convenientemente davanti all'Accademia, col dare il suo a ciascheduno di que' vecchi, che ho ricordati, ma segnatamente ad uno fra essi, che non occorre più che io nomini — Vengo al Prof. Buzzetti.

Pazienza se io avessi trasandato, nelle suddette mie indagini, le produzioni del Gauss sul magnetismo, o se, avendole pur consultate il mio meglio, non mi fosse accaduto d'imbartermi in certi tratti che pareano togliere ogni speranza di poter mai rinvenire nelle produzioni stesse un qualche indizio del mio trovato; imperocchè io vi vedea anche lui; il grand'uomo, unicamente preoccupato de' *ferramenti* delle fabbriche, e anche in qualche caso che, a mio debole avviso, avrebbe potuto di leggieri scorgere al magnetismo de' mattoni: con questi miei studi sul Gauss, e risultati, non potei a meno di non rimanere maravigliato e colpito dell' asserto del Prof. Buzzetti al Congresso di Siena. Non avendo saputo, nè pur dopo messo in avvertenza dall' asserto stesso, riscontrare indizi, nelle accennate produzioni del Gauss, che non fossero, o almeno non mi sembrassero, meglio contrarj che favorevoli al medesimo asserto, mi risolvetti, alla perfine, di rivolgermi direttamente allo stesso Sig. Buzzetti Dott. Curzio, Professore di Fisica e Matematiche nel Liceo Comunale di Milano, ed aggiunto Astronomo in quel R. Osservatorio di Brera, per pregarlo ad indicarmi: ond' avess' egli riscontrato od appreso che già Gauss aveva osservata l' influenza perturbatrice dei MATTONI sugli aghi magnetici! Di questo tenore effettivamente gli scrissi, per mezzo della posta, il 9 o 10 di Marzo p. p.; ed ei, con molta cortesia, subito risposemi, per lo stesso mezzo. Io gli re-

scrissi, e così egli a me, altre tre volte; e nell'ultima sua, del 6 Maggio corrente, gentilmente mi dà la facoltà, chiestagli da me per dovuto riguardo, di potere valermi, nella presente mia comunicazione all'Accademia, delle lettere di lui. La più importante è la prima, del 12 Marzo; credo doverla trascrivere qui intiera, per accompagnarla con qualche mia riflessione, e per farla indi seguitare dalla intiera mia risposta, che gli diressi il 14 anzidetto Marzo

« Stimatissimo Sig. Commen. Professore. — Ho ricevuto
 « ieri la preziosissima sua lettera, e stamattina il Cav. Preside
 « Rodriguez mi ha fatto avere il di lei bellissimo lavoro *sul*
 « *Magnetismo polare di palazzi ec.*, che immediatamente ho
 « voluto leggere. La ringrazio caldamente e della gentilezza e
 « del favore grande che mi ha fatto, nell'inviami quella sua
 « Memoria; e dell'avere voluto volgersi direttamente a me per
 « quelle poche parole di osservazione dette da me al Congres-
 « so di Siena sull'azione magnetica delle *muraglie* (1). Ecco
 « su questo proposito quanto le posso riferire. Fino dai primi
 « tempi che io frequentava l'Osservatorio di Brera, cioè fino
 « dal principio del 1838, discorrendo coll'illustre Kreil (l'in-
 « troduttore delle osservazioni magnetiche presso lo stesso Os-
 « servatorio) sulla diversità delle indicazioni che si avevano
 « nelle diverse camere d'un medesimo edificio, e sulla neces-
 « sità di ricorrere a località molto lontane dai fabbricati per
 « avere indicazioni sicure, e non influenzate da cause acciden-
 « tali, lo stesso Kreil mi annunziava una causa deviatrice nel-
 « le stesse *muraglie*, e in appoggio citava l'autorità del Gauss;
 « e benissimo mi ricordo, che attribuiva quest'azione dei fab-
 « bricati *forse* a qualche minerale di ferro esistente nei mat-
 « toni. Però *probabilmente* lo stesso Kreil non prestava *piena*
 « *fede* a queste influenze dei minerali di ferro esistenti nei mat-
 « toni, perchè nel secondo Supplemento alle *Effemeridi astro-*
 « *nomiche* di Milano (2), stampato nel 1839, parlando della

(1) Il Diario dice *MATTONI*, non *muraglie*, che potrebbero anche non essere di mattoni, o contenere pochissimi.

(2) Ma io aveva di già consultato questo *Supplemento*, e qualche altro scritto, dello stesso genere, del Kreil.

• determinazione assoluta degli elementi del magnetismo ter-
 • restre, diceva: *che è duopo eseguirle ad aria libera, o in suf-
 • ficiente distanza dai fabbricati, contenenti masse di ferro* (1),
 • *o costrurre appositamente per questo un Osservatorio che ne
 • sia sprovvisto* (2). Ad ogni modo tali osservazioni non po-
 • tevano in nessuna guisa risguardare un'influenza di *polarità
 • magnetica* (3). Su questa parte non credo ch' Ella possa a-
 • vere antecessori nella bella osservazione. — Avrei voluto,
 • prima di risponderle, consultare i fascicoli che contengono
 • le *osservazioni magnetiche* pubblicate dal Gauss medesimo,
 • e possedute dal nostro Osservatorio; ma premendomi di sod-
 • disfare alla sollecitudine ch' Ella mi domandava, mi sono ri-
 • stretto a fornirle, per ora, quelle notizie che la memoria mi
 • suggeriva. Ma darò subito mano a consultare quelle Memo-
 • rie; e occorrendomi di rintracciare qualche notizia, che le
 • possa tornare importante, mi affretterò ad inviargliela. Godo
 • intanto di protestarmi, ec., Milano 12 Marzo 1863. Dev.
 • Servo Curzio Buzzetti ». — Avanti di trascrivere la mia sud-
 detta risposta alla precedente vo' dimandare, liberamente: se
 col chiaro tenore del passo su riferito del Kreil, stampato nel
 1839, possa mai parere giusto o sufficiente quel che ne inferi-
 sce, ed esprime in prevenzione il sig. Prof. Buzzetti; cioè, che
 lo stesso Kreil *probabilmente* non prestava *piena fede* a quella
 influenza dei minerali di ferro, *forse* esistenti nei mattoni, di
 che aveagli confabulato l'anno innanzi, 1838, invocata anche
 l'autorità di un Gauss? Altro che **PROBABILMENTE NON PIENA
 FEDE**. . . . certissimamente nessunissima fede e' mostrava più
 a quella influenza nè dei *supposti* minerali di ferro esistenti
 nei mattoni, nè dei mattoni stessi, nè delle muraglie fatte di
 essi; non alcuno mai al mondo potendo conciliare il senso e

(1) Ed eccolo cascane anch'egli nella solita debolezza!

(2) di quelle masse di ferro. Adunque, stando al Kreil, un Osservatorio, costrutto, appositamente, unicamente di mattoni, senza catene, chiavi, ringhiere, cancelli, ec. di ferro, non presenterebbe ec-
 cezioni per le di lui indicate *speciali* osservazioni magnetiche; meno poi per tutte le altre! E i mattoni?

(3) Ne sarei persuaso fino ad un certo segno, se quelle osservazioni *sussistessero*.

la lettera dello stesso passo con un pensiero a coteste cose che non sia quello *d'escluderle affatto*, per dare tutto il merito, o la colpa, di quella influenza, alle *masse di ferro* ec.

Ecco la mia risposta: « Stimatissimo Gentilissimo signor Professore, di quanto piacere, e doverosa riconoscenza mi abbia compreso la sua cortesissima risposta del 12 corrente, non saprei veramente esprimere a parole. Io la prego a volermi ugualmente favorire il ragguaglio dei risultati, qualunque, anche *negativi*, delle sue ricerche su quelle tali Memorie del celebre Gauss, che versano sopra le osservazioni magnetiche di lui stesso; *negativi*, nel senso che, invece di potersi da queste inferire ch'è s'accorgesse dell'influenza magnetica, *polare o non polare*, de' muri di *mattoni*, e vi prestasse quindi la debita attenzione, e ne studiasse la vera origine, se ne inferisca piuttosto che siffatta influenza gli sfuggisse, o, peggio, non vi fermasse sopra il pensiero, comunque perspicacissimo; non vi credesse, benchè presentatagli dalle sue stesse osservazioni, attribuendola anch'egli, come di solito tutti gli osservatori, fin qui consultati da me, alle *masse di ferro* contenute ne' fabbricati. È cotesto, per l'appunto, il caso, da quanto Ella mi ha narrato ed avvertito, dell'illustre Kreil. Meglio per lui che non avesse giammai né tampoco sospettata la influenza magnetica delle muraglie! .. quando, nell'opportunità di quelle tali effemeridi, sul proposto della *vagamente* enunciata e sospettata influenza magnetica de' fabbricati, doveva poi cascane nel comune rifugio, o sutterfugio, delle suddette *masse di ferro*, da *tutti*, con incredibile leggerezza, chiamate in colpa della meglio *asserita* che *avvertita e dimostrata* influenza, della quale trattiamo. E se sta che il Gauss avesse somministrato al Kreil, con qualche suo detto od avviso, un fondato e reale argomento d'invocare l'autorità di lui, nel proposito accennatomi nella lettera di V. S., io sarei quasi tentato di ritenere che lo stesso Gauss si trovasse proprio nel caso *identico*, che ho *dimostrato* pel Kreil, e che, sul principio della presente, ho posto che possa risultare anche pel Gauss, dalle indagini di lei su quelle tali Memorie di esso. Imperocchè se sta adunque che Gauss asserisse, sospettasse, credesse, comunque,

« la influenza magnetica de' fabbricati o muraglie di *mattoni* ,
 « sta anche, *certissimamente*, questo : che egli, in tutti li non
 « pochi luoghi delle sue produzioni scientifiche ed esperimen-
 « tali sul Magnetismo, ne' quali cade in considerazione più o
 « meno diretta l'influenza stessa , egli pure si riporta in tutto
 « e per tutto alle *masse di ferro* sparse entro a' fabbricati; non
 « una parola, una sola , aggiungendo che si riferisca al mat-
 « tone, a questo principalissimo elemento della *stragrande*
 « massa dei muri, *stragrande* rispetto a quella del ferro , in
 « qua in là soltanto sparso ne' fabbricati medesimi, dentro, ed
 « anche fuori . Ed io rileggo, adesso adesso , uno dei detti
 « luoghi, nel quale parmi che gli sarebbe venuto ben in ac-
 « concio di scorgere al *più* , ai mattoni, anzichè al *meno* , al
 « ferro degli edifizi, che servono ad Osservatorj magnetici; e
 « invece egli, dimenticando questa volta anche il *meno* , vi si
 « perde a scherzare , a parole, sulla Natura , proferendo che
 « certi resultamenti, ch' e' non sa spiegarsi , sieno i *geroglifici*
 « (direbbesi forse meglio da noi, *ghiribizzi*) della Natura !

« Quel Kreil vive ancora ? (1). Se sì, come credo e spero ,
 « potrebbe Ella, vorrebbe indirizzargli una richiesta su que' suoi
 « vaghi discorsi, non attesi poi, *nel fatto* , da lui stesso ? Io l'
 « conobbi, già anni, un istante in questo Osservatorio, al tempo
 « del povero mio Amadei. Ma come venni e stetti un mese e
 « più in Milano, un po' prima del suo Congresso degli Scien-
 « ziati, mi pare che egli non fosse più a cotesto Osservatorio .
 « Rammento benissimo che un giorno, col venerato Don Gabrio
 « Piola (a cui disposizione era io venuto a mettere miei studi
 « sul grande Cavalieri, per l'elogio ch' e' tessevagli allora allora)
 « fui a visitare le stanze di cotesta specola destinate alle osserva-
 « zioni meteorologiche ec.: mi pare di non avervi veduto il Kreil;
 « ma per certo ci vidi alcuni giovani ad esse osservazioni, co-
 « me ad altre, intenti ; e forse tra questi era la Signoria vostra.
 « Sono, ec. — Bologna 14 Marzo 1863 , Prof. Silvestro Ghe-
 « rardi ».

E qui soggiungo che il sig. Prof. Buzzetti, — nella seconda

(1) Passavami allora per la memoria d'aver letto l'annunzio della mor-
te d'un Kreil (V. Appendice di questa Memoria).

sua lettera del 21 Marzo, avvertivami di non avere ulteriori notizie a darmi sopra supposte osservazioni di Gauss intorno all'influenza dei muri sugli aghi calamitati, ma che aveva di già scritto in proposito al Kreil, da cui attendeva sollecita risposta, che mi avrebbe tantosto comunicata; — nella terza, del 28 Marzo, favorivami l'indirizzo esatto del *Kreil Cav. Carlo, Direttore dell'I. R. Osservatorio Centrale di Magnetismo e Meteorologia a Vienna*, acciò potessi spedirgli sicuramente, siccome feci subito, la mia Memoria; e nell'ultima suddetta, del 6 corrente Maggio, oltre darmi la facoltà su accennata, m'avvisa di due cose: di mancare sempre della risposta del Direttore Cav. Kreil, per cui lo suppone *assente da Vienna*; e di non essere egli pervenuto a *nessun positivo risultato nell'esame* di quei tali fascicoli delle *osservazioni magnetiche pubblicate dal Gauss medesimo*, di cui parlava nella prima lettera del 12 Marzo, e a cui si riferiva pure nella seconda del 21. — E qui finisce, per ora, il tutto sull'argomento il più grave, per me, delle osservazioni, di cui, nel Congresso di Siena, venne onorata la mia umile scoperta. Io ne auguro, ne attendo di più dalla consecutiva corrispondenza tra me e l'ottimo sig. Prof. Buzzetti, particolarmente se arriveremo ad interessarvi un Kreil; e se cureremo di elevare, di aggrandire l'argomento con diritte prossime conseguenze ed applicazioni delle più accertate rispettive esperienze, sieno vecchie o nuove, e di quell'altro meglio che di te o di me, e con novelle esperienze, che dischiudano varchi ad ulteriori induzioni, e vedute applicative. La passata ridetta Memoria mi studiai comporre, come seppi, d'un corpo di molteplici svariate sperienze, poste bene in sodo, coordinate per sè medesime ad un comun fine, parendomi ciò l'ottimo fondamento al nuovo studio aperto dalle mie ricerche, senza preoccuparmi particolarmente di teorie, o d'altro; per esempio, di risposte agli *a che, a che queste tue ricerche?* i quali era ben facile prevedere dover sorgere di qua di là. Alcune delle risposte, considerava io tra me, *chi se ne intende* le penserà da sè; e quanto ad altre, che non si presenterebbono nè pure, sopra l'attuale primiera messe delle stesse nuove ricerche, ai maggiori intelligenti . . . ma procediamo intanto di più nella via regia degli esperimenti, che ne guiderà senza fallo a pro-

330066A

muovere e formulare, con maggiore cognizione, domande fondate, e non vaghe risposte. — Circa a che mi si condoni di riferire un tratto della lettera, ond' un sapiente Naturalista, a cui la modestia mi vieta di fare il nome, volle onorare la ripetuta mia Memoria a stampa: « *Mi sono proprio a bei sorsi libate e fatte mie le tante ottime cose che ho trovato nel vostro lavoro. Considero io questi vostri studi come il punto di partenza di scoperte, la cui portata non è ancora possibile poter calcolare* ». — E perchè del presente scritto, di sua natura polemico, si possa meglio vantaggiare il precedente della Memoria, e farne un'aggiunta meno disforme, qui alla fine richiamerò in iscena antiche esperienze, e ne produrrò alcune mie, recentissime, di consimile materia.

Nel su esposto prodromo della parte storica delle mie ricerche ho nominato, fra vari, il P. Giambattista Beccaria. E come tacere cotesio nome, congiunto a specialissime esperienze magnetiche strettamente affini alle presenti nostre, e ad ammirabili divinazioni teoriche, prossimissime a quella teoria del magnetismo di cui la moderna Fisica, da mezzo secolo (dal 1820 in poi), si vale egregiamente? — È la povertà di 8 lustri, non meno pur troppo!, che io stesso gli rivendicai, nella mia versione di Demoiserrand (*Manuel d'électricité dynamique, Paris 1823*), quelle esperienze particolarissime, e divinazioni geniali. Ma conobbe egli il magnetismo, *bipolare*, dei mattoni cotti? Dissi già di nò; nè tampoco ne fè sospetto. Riconobbe però che erano *magnetizzabili*, suscettibili di virtù magnetica; e avvisò d'avere provato sperimentalmente che acquistavano un magnetismo *proprio bipolare*, sotto i colpi del fulmine, ossia che il fulmine li calamitava. « Nè solo i ferri (sono sue parole) ma tutti i corpi SUSCETTIBILI DI VIRTU' MAGNETICA io trovo che sono calamitati dal fulmine. Già vi parlai (scrivea al Beccari in Bologna, da Torino) costi del pezzò di mattone calamitato dal fulmine, che colpì ceststa Torre degli Asinelli, ec. . . . Ora questo mattone egli è calamitato, ed ha i suoi poli o piuttosto due serie di poli, australe, boreale; imperocchè il lungo fianco della base intera, presentato parallelamente ad un piccolo ago calamitato, ne attrae il polo australe dalla distanza di *cinque pollici*,

« e l'altro lungo fianco della base offesa (*dalla fulminazione*) « attrae il polo settentrionale »: così si legge nella decimaquarta Lettera (*Degli accidenti ed effetti del fulmine*), Proposizione XXIII. §. 309, e pag. 260-61 dell' Opera intitolata *dell'Elettricismo, Lettere di G. B. Beccaria ec. a Giacomo Bartolomeo Beccari ec. (Colle Ameno in Bologna 1758)*: veggansi ancora la Proposizione XXV. §. 313, pagina 264, e la Proposizione XXVI, §. 317, pagina 266, in cui si mentova il medesimo mattone fulminato della Torre Asinelli, dall' Autore chiamate *mio* (pag. 264 cit.), perchè faceva parte d' una *sua* raccolta di *ferri, sassi ferrigni, e mattoni, fulminati* (V. Op. cit., §. 308, pag. 260, §. 316, pag. 266; e V. anche l'altra Op. dell' Autore — *Elettricismo artificiale* Torino 1772, §§. 729 e 730, pag. 305), e *per la fulminazione magnetizzati*. Ma nel primo soltanto di tutti i luoghi citati descrisse, giusta il sunto che ne ho riportato colle parole di lui stesso, le esperienze per le quali ei credette *provata* la sua sentenza *della calamitazione operata dal fulmine ne' mattoni*, come in altre materie magnetizzabili: in tutti gli altri luoghi ei si riferisce alle esperienze medesime. Quattordici anni dopo la pubblicazione delle stesse aveva egli, nell'*Elettricismo artificiale* (1772), mutato *fondamentalmente* di opinione circa alla causa efficiente della *direzione*, del *senso* della polarità magnetica prodotta dai colpi di fulmine; ma neppur qui, come in nessuno dei luoghi delle *Lettere* al Beccari, una parola, una sillaba che accenni a un ben che minimo sospetto che i mattoni, *anche senza la fulminazione, anche prima di essa il suo mattone fulminato*, fossero, potessero essere belli e che calamitati, o bipolari! Con che, si badi, non vo' mica io negare che quel mattone *suo, stato fulminato indubbiamente*, dai segni patentissimi che vi trovò e descrisse perspicuamente, non avesse potuto acquistare, non avesse magari acquistato un magnetismo *anche* per la fulminazione stessa . . . Ma riservando ad un'altra fiata la più accurata analisi che meritano esperienze, e lucubrazioni razionali o teoriche del celebrato Elettricista da Mondovi, passo ad accennare, più alla breve che potrò, le annunziate mie esperienze di questi giorni, che metterò poi in discussione con quelle nella stessa analisi.

Coi debiti permessi, e per cortesi ajuti ho potuto, di re-

cente, ottenere tre diversi mattoni levati dalla Torre Asinelli, — uno di cottura media, o *buono*, tirante però allo *stracotto*, ad una delle faccie grandi di più che all'altra (qui chiamano *brettini* consimili mattoni), — un secondo di cottura inferiore, o , come si dice, *biscotto* , nel linguaggio, idioticamente erroneo, ma pur generale (V. pag. 29 della mia Memoria) de' fornaciaj e muratori . — Il terzo di cottura massima o *stracotto*, ma senza alcun segno di vetrificazione, che spesso incontri nei mattoni più *stracolli*, *inferigni*, *frigi*, *ferrati*: vennero dessi estratti, *smurati*, sulla metà circa dell'altezza della Torre presso l'angolo interno delle due pareti che, esternamente, son voltate una a levante, l'altra a mezzodi; angolo stato il men di tutti bersagliato dai colpi di folgore, per tutti i secoli che l'alta e svelta mole rimase senza la difesa del parafulmine; anzi, stando ai segni dei tanti ristori ai guasti della folgore negli angoli della Torre, ristori che si veggono molto meglio all'esterno che all'interno della medesima, quasi quasi direb-besi che il descritto angolo (lo si guardi bene in una agli altri tre) restasse per sorte, o privilegio, illeso affatto dai fulmini (dopo di esso il più illeso è il contiguo delle due pareti di levante e di tramontana).

Ho presentato da prima li tre mattoni, nel modo per l'appunto descritto nella nota (D) pag. 31 della mia Memoria, a due aghi da Bussola ordinaria orizzontale, assai mobili, rombooidali, coi diametri, il minore d'essi aghi, di 5^{cm} e 5^{mm}, e il maggiore, di 10^{cm} e 1^{cm}, doppi de' precedenti . — Ammirabile, per l'intensità, l'azione del primo de' tre mattoni, del *bertino*! Il mattone fulminato della Torre Asinelli, in mano del P. Beccaria, cominciava a far sentire sua azione da 5 poll. (14^{cm}), sopra un piccolo ago da Bussola. Cotesto nostro mattone, certamente non *fulminato*, della medesima Torre, comincia a spostare il maggiore dei due suddetti aghi dalla distanza di 70^{cm} e più, *quintupla* di quella del Beccaria! (e ciò col fianco più debole; poichè coll'altro fianco il mattone comincia a spostare l'ago dalla distanza di un metro, o poco meno); e dalle distanze di 7^{cm}, e 10^{cm} circa, lo trattiene fissamente deviato di 30° e 20° dal suo meridiano (coteste distanze sono fra il punto di sospensione o di mezzo dell'ago, ed il fianco del mattone op-

postogli parallelamente al meridiano stesso). E gli altri due mattoni? Il poco cotto agisce magneticamente poco, meno assai di quel che m'aspettassi io, che, da qualche sua deformità di gobbe e storte, e ancora dalla sua compattezza, deduceva io ch'esso peccasse meglio di troppo cotto, che di poco. Il datomi poi per *stracotto* agiva poco anch'esso, benchè un po' di più del precedente; laonde anche per parte di quello io dubitava d'equivoco o d'inesattezza nella classificazione dei pezzi, rispetto ai gradi di cottura; e tanto più, che il suddetto primo, potentissimo, pareami essere stato battezzato per assolutamente *buono*, di cottura buona o media. Il perchè mandai a prendere l'uomo dell'egregio sig. Ingegnere Comunale Coriolano Monti (al quale rendo le grazie che so maggiori dei suddetti ajuti), un Rizzoli Flaminio, maestro muratore, dalle cui mani avevo ricevuti li tre mattoni, da lui medesimo smurati dalla Torre. Quest'uomo, assai svegliato e perspicace, mi fe' intendere, in suo inculto ma acuto linguaggio, primieramente: che mi levassi ben di testa che il mattone rossastro-pallido, ch'ei m'avea indicato per mal cotto, non fosse in realtà tale; imperocchè il lungo tempo soltanto avealo reso più sodo delle parti, meno friabile, e più storto dei consimili ma nuovi cotti da poco tempo; come egli stesso potea affermarmi essere accaduto ed accadere di tutti li mattoni di pari o piccola cottura; i quali, in opera, cogli anni perdono a poco a poco lo sfarinacciolo, acquistano maggior compattezza e tenacità, ec.: ed io subito mettermi dalla sua, sostituendo nella mia mente al suddetto dubbio un *fatto*, novello per me, da aggiungere se mai, all'Opera del Dott. Paoli, di chiara memoria: *Sul moto molecolare de' solidi* (Pesaro 1825); secondariamente: che, quanto al mattonè di *buona* cottura, pareagli avermi avvertito esser di quelli che essi, muratori, chiamano *bertini*, tra i *buoni* sì, ma di cottura un po' *eccedente*; e verificammo insieme che di cotesto mattone il rossastro, più cupo che in quello poco cotto, digradava qua e là in cinerizio (carattere de' *bertini*); in terzo luogo, pel mattone battezzato *stracotto* nacque un dubbio, che però venne tolto il dì appresso con altri due pezzi di mattone, estratti dalla medesima Torre, e *infallibilmente stracotti*; coi quali, siccome coll'anidetto, confermato *stracotto*

venne chiarito: che questa fatta mattoni *stracotti*, giallastri, variatamente, tanto più in capo quant'è maggiore la cottura, dei quali sembrano abbondare i muri della Torre Asinelli, segnatamente nelle parti inferiori, *sono pochissimo calamitati*, rispetto ai predetti *berettini*, insignemente bipolari, anche a fronte de' più forti che fin qui mi capitaroni sotto l'esperienze; dei quali *berettini* gli stessi muri ne contengono non iscarsamente; mentre de' ridetti mal cotti (*biscotti!*) a stento ve ne trovi qualcheduno. Certissimo poi che le tre fatta mattoni non differiscono fra di loro *solamente pel grado di cottura*. La maggiore differenza anzi proviene, sicuramente, dalla *diversità delle terre* o argille, onde furono impastati i mattoni che dicemmo giallastri, da una parte, e li due che dicemmo rossastri, dall'altra parte; i luoghi, *differenti*, di estrazione delle quali terre si conoscono, secondo il lodato Rizzoli, perchè anche adesso degl'identici agli uni e agli altri se ne fabbricano tutto di.

Di altri esperimenti eseguiti sugli stessi mattoni, salvo il *bertino*, e sopra taluni di giustamente media cottura, ma della medesima pasta de' ripetuti giallastri *stracotti*, eseguiti, dissi, *col mio magnetoscopio sensibilissimo*, non occorre di presente far parola; eziandio per non allungarmi maggiormente nell'argomento, già di troppo cresciuto sotto la penna.— Lo chiudo con una riflessione. Se il Beccaria raccoglieva e conservava *gelosamente*, come rarità delle rarità, que' mattoni tronchi avanzi dell'onte del fulgore, *solo perchè magnetizzati*, quantunque conoscesse perfettamente nel ferro e nell'acciajo, calamitati in sue mani dalle scariche elettriche ordinarie, materie assai più acconce dei mattoni per tentare, siccome ardeva, le analogie i rapporti del guerresco sfarzoso agente del lampo e del tuono; col pacifco e modesto della calamita, si pensi un poco l'importanza a cui, in sua mente, sarebbe salito il magnetismo *bipolare* prodotto nelle nostre fornaci in *tutte* le argille naturali, tanta parte di questo po' di crosta che conosciamo noi della mole della terra, la quale ha avute, ed ha pur sue fornaci, che stanno alle nostre come la mole alla crosta!

21 Maggio 1863.

APPENDICE

Finita appena la lettura della Memoria davanti all'Accademia, il Ch. sig. Prof. Cav. Lorenzo Respighi, Astronomo della R. Specola, s'accostò a me per manifestarmi il dubbio che il Dott. Kreil fosse morto: parevagli che ciò appunto avessero annuiziato pubblici fogli, qualche mese addietro. Sovvennemi allora il simile dubbio insorto anche a me, come vidi primieramente il nome del valentuomo nella prima lettera del sig. Prof. Buzzetti; dubbio indi rimosso affatto dalle consecutive lettere del medesimo. — Ma fatt'è, pur troppo, che l'illustre Dott. Carlo Kreil mancava ai vivi in Vienna sul principio dell'anno, secondo che divulgaron realmente alcuni fogli, anche dei nostri, un de' quali lo stesso sig. Prof. Respighi poneami sott'occhio, due giorni appresso la detta lettura. Ne partecipai subito l'infesta nuova al Prof. Buzzetti; il quale a me si unì nel proposito, manifestatogli, di far tesoro, pe' nostri studi, degli *Annali di Meteorologia e Magnetismo terrestre*, ultima Opera alla quale l'indefesso osservatore, di cui deploravamo la perdita, travagliava da due lustri.

Il breve ma sostanzioso e fedele sunto della presente Memoria, dettato dal collega Prof. Piani Segretario dell'Accademia, e pubblicato nel *Rendiconto* della medesima, venne da me spedito a vari amici, che avevano dato segno di riconoscere un qualche pregio nella Memoria precedente, e nella nuova via di esperienze ed osservazioni magnetiche per essa aperta. Un di quelli, a me carissimo e di me parzialissimo, il preclaro Professore Cav. Placido Tardy, me ne accusava, da Genova con lettera del 21 Giugno, la ricevuta, in termini quanto mai notevoli; dei quali torna aconcio ad un punto principale della presente Memoria il riferire questi, riguardanti lui stesso: « *Anch'io mi sono, una volta, occupato delle osservazioni magnetiche cogli apparati di Gauss, e sono stato per un anno col povero Kreil, e non mi ricordo che m'abbia mai parlato dell'influenza de' mattoni; e so che nella stanza appositamente fatta costruire da Gauss in Gottinga si era evitato d'introdurvi in alcun modo del ferro, e non altro* »

Vo lieto assai di poter accennare qui una comunicazione recentissima favoritami dal lodato sig. Prof. Buzzetti, in apposita cortese lettera (8 Ottobre). — La Direzione del R. Osservatorio di Milano gli concedea, non ha molto, i mezzi tutti per istituire, cogli strumenti dell'apparato di Gauss, una serie di osservazioni magnetiche *successivamente in diversi punti intorno alla Città, all'aperta campagna, anche in CORRISPONDENZA AD OSSERVAZIONI FATTE CONTEMPORANEAMENTE ALL' OSSERVATORIO medesimo*. Vi si è egli affaticato a tutt'uomo un bel pezzo; ed ha potuto alla per fine compierle intieramente nel giorno anteriore a quello che a me ne dava l'annunzio. Tocco egli, nella sua lettera, di *sperata* importanza dei risultati di siffatte osservazioni. Ma io ne vivo certissimo a quest'ora, anche in relazione agli studi che preoccupano particolarmente me. Pe' quali, e per tanti altri, a cui le osservazioni in discorso arrecheranno, infallibilmente, lumi ed incrementi speciali, io ne affretterei, quanto è possibile, col maggiore desiderio la relazione a stampa, annunziata dall'osservatore nella stessa lettera. Mi rallegro intanto che l'egregio corrispondente abbia, egli primo, rotto il ghiaccio in materia. Io mi riprometteva che la lettura del sunto pur solo della mia prima Memoria dovesse, senza più, suggerire ed indurre ad effettuare consimili osservazioni chiunque per buona ventura in possesso degli strumenti da ciò. I quali strumenti, montati e cimentati nel recinto della fatta d'Osservatorj fin qui destinati a quest'uso, anco li creduti scevri o preservati appositamente da magnetiche influenze, ma che pur ne ridondano, diffondendone per ogni verso delle più sviluppate o potenti da ogni elemento de'loro muri, non ponno dare che risultati inessatti, fallaci, anomali, stranamente varj collo spostare gli strumenti medesimi nell'ambiente infido; risultati non attendibili per sè stessi, non applicabili con fiducia a nessuna quasi delle quistioni dei fini per cui si cercano e raccolgono, a meno di non sottoporli a molte e gravi correzioni, che per l'appunto osservazioni *comparative*, consimili alle prenunziate del Prof. Buzzetti, possono valere a somministrare. E questo, fino a che si persisterà a voler custodire, mettere al punto e adoperare gli strumenti ed apparati magnetici in torri, altane, edifizi

qualunque anco umili, ma della cui massa, segnatamente negli ambienti proprii degli strumenti, l'elemento predominante sia il mattone; fabbriche, ambienti pregiudicati, condannati issofatto al confronto delle mie esperienze, quelle soprattutto che prime occorsero e meditai, non invano. Il come provvedere radicalmente alla bisogna non importa ch'io dica ad alcuno che abbia scorse queste mie Memorie. Ma a provvedere senza indugio ci pensi cui spetta; anche perchè non s'abbia a ridire che, colla tanta ricchezza attuale, e perfino col ricercato lusso di squisiti strumenti, e di modi arcisquisiti di scorgerne e misurarne li ben che minimi accenni di moto, siasi poi perseverato a trasandare la più ovvia e comunale condizione di loro utile impiego, tanto più necessaria, quanto più inquisitezza essi eccellono. Un uomo di molto sapere, e di maggiore spirito, il fu Can. Angelo Bellani, mise, un tratto, in burla le osservazioni meteorologiche ordinarie con molta cura raccolte alla cima di Torri, Altane, Specole più o meno elevate e dominanti dentro a Città, in quanto si pretendesse (e si pretendeva!) di giovarsene senza più per l'agricoltura; la quale, a dir vero, non ha troppo a fare nè con quelle altezze, nè, molto meno, col suolo investito di pietre e fabbriche cittadine. Ora niuno mi vorrà negare che le osservazioni sul magnetismo terrestre negli stessi o consimili Osservatorj, compresa la stanza apposita di Gauss, non sieno le mal capitate, e ben peggio, che non le altre osservazioni appuntate dal Fisico di Monza. — Ma non più, per ora, sull'argomento; che mi tenterebbe verso certe osservazioni magnetiche; le quali consigliatamente si vanno a fare fuori degli Osservatorj, ma forse senza le necessarie precauzioni; ond'io temo che, con tutta la presunzione d'indovinarla nell'andar via da quelli co-gli strumenti, si salti dalla padella nelle brage.

20 Ottobre 1863.

SOPRA UNA SPECIALE ESPERIENZA ATTINENTE AL MAGNETISMO
DELLE TERRE COTTE; LETTERA DEL PROF. COMM. S. GHE-
RARDI AL SIG. PROF. CAV. FIORELLI.

Preclarissimo Sig. Professore

Questo egregio sig. Prof. Cav. Brugnoli ieri l'altro mi faceva tenere il frammento di tegolo, proveniente dagli scavi eseguiti in Pompei il 6 Settembre ultimo, sotto la direzione della S. V., in presenza degli associati Medici Italiani del 2.^o Congresso Generale in Napoli; il quale frammento ei disse essergli stato da V. S. consegnato acciò a me lo rimettesse.

Io non saprei abbastanza ringraziarla del prezioso dono, e del pensiero di esso, in lei suscitato forse da qualche nostro comune amico (probabilmente dall' ottimo mio Cav. F. Del Giudice) che le abbia toccato de' poveri studi miei sul magnetismo dei mattoni, e delle terre cotte in genere; de' quali studi la prego voler gradire, nelle unite due Memorie, i primi saggi, che ne ha dati fuori questa Accademia delle Scienze dell'Istituto. Tali studi hanno, o ponno avere una qualche peregrina attinenza cogli Archeologici, da V. S. professati, ed applicati con tanta gloria di lei stessa, e d'Italia nostra: voglia dare un'occhiata alla pag. 30 della prima Memoria (1), segnatamente alla nota (3) della pagina stessa. Gli uni e gli altri studi si potranno adunque, in qualche singolare punto, reciprocamente giovare.

Sappia che, come tosto ebbi in mano il frammento, lo volli presentare al mio gelosissimo magnetoscopio. Che!... Il magnetismo polare di quello è così forte, che m'ebbe a guastare lo squisito strumento, in quella primiera frettolosa, ed incauta pruova: esso magnetismo smuove e sposta, al di là del sensibile, un ago greve d'ordinaria bussola. E questo ma-

(1) *Nuovo Cimento*, T. xvi, pag. 413 nota (1).

gnetismo polare ha appuntino lo *stesso stessissimo senso*, rispetto alle dimensioni e alla forma del tegolo intiero, che si ravvisa nei tegoli nostrali, e che ebbi cura d' indicare esattamente alle pagine 21, 22 della ridetta Memoria (1): per buona sorte nel frammento si riconosce, a colpo d' occhio, il lungo, ed il largo, *arcato*, del tegolo; il magnetismo suo è diretto secondo il lungo, cioè secondo il lato *rettilineo* della superficie curva, non secondo il lato *curvo* della medesima. Ne traggo: che, nel cataclismo di torrenti di lave, ceneri, lapilli infocati della grande e prima eruzione Vesuviana, che fece crollare, e seppelli Pompei, il riscaldamento dei tetti, dei tegoli, pei primi esposti alla bufera delle ceneri e lapilli, ma non così tosto, come le parti inferiori delle fabbriche, alle lave (2), fu ben lungi dal salire a quel grado, che per avventura parrebbe; al grado di temperatura delle fornaci, in cui essi tegoli erano stati cotti. Altrimenti il senso della polarità magnetica, nel tegolo sperimentato, soltanto per un caso, appena credibile, avrebbe potuto rimanere quale vi apparisce, e vi è effettivamente. Ma bisognerebbono conferme e riconferme dell' illazione, sopra esperienze d'altri ed altri tegoli, possibilmente interi, e mattoni, e vasi fìgolini usciti dagli stessi scavi. — Chi sa che io non possa, tra non molto, conseguire il bene di venire a fare a ripetere miei esperimenti costi! ; ove, una volta, nell'esperimentare, pareami quasi di ritrovarmi, mentre in vero mi stava in Torino, nelle aule della R. Università (V. pag. 16 in basso della ricitata Memoria) (3). Nel quale fortunatissimo caso io mi ardirei di sperare, anzi confidare che la S. V. mi volesse essere duce, consigliera, istruttrice benigna delle tante e tante cose, cui ignoro affatto, di cotesti luoghi ed oggetti da cimentare cogli strumenti magnetici; le quali bisogna sapere ben bene per esperimentare oculatamente e fruttuosamente.

(1) *Nuovo Cimento*, T. xvi, pag. 402.

(2) Mi è stato osservato, da pratici o conoscitori de' luoghi, che in vero Pompei rimase salva dalle lave, rovesciate tutte sopra altri luoghi, come Hercolano. Ciò sia dunque a correzione di questo punto della mia lettera; ma insieme a maggiore argomento e più facile spiegazione della illazione mia, del non forte riscaldamento patito dai tegoli in discorso.

(3) *Nuovo Cimento*, T. xvi, pag. 397.

Ma che che sia del mentovato *senso* del magnetismo polare, dal tegolo *maravigliosamente, come sembra, conservato*, certo certissimo è che la sua materia, ad onta della catastrofe, che per essa avrebbe paruto dover equivalere ad una *morte violenta subitanea*, e ad onta ancora dei diciotto secoli di profonda sepoltura, essa materia ha mantenuto sempre *vivo*, nel proprio magnetismo, quel *moto etereo*, o quella *sostanza eminentemente sottile, imponderabile, incoercibile*, che, per la materia medesima, possiamo ben dire (senza eresia!) formare, essere sua *anima*, suo *spirito* Quale e quanta discrepanza adunque fra la *virtù immateriale*, o in minimo materiale, di cotesta ordinaria materia, che la comune opinione reputa *inerte* affatto, *bruta*, e la *virtù degli ossi* e dei *nervi*, onde siamo fatti noi !! — I nostri simili, sorpresi dalla stessa catastrofe, che rispettò nella ridetta materia la sua sostanza o virtù spirituale, perdettero, indubbiamente, esalarono in un attimo, al primo irrompere della medesima, lor primaria divina virtù E non ci voleva meno del miracolo d' ingegno di V. S. per poter trar fuori, *adesso*, dopo *duodeviginti sæcula*, da cotesta immane necropoli di sepolti vivi, un simulacro il più vero e commovente di quelle anime affannose spiranti Evviva Lei !

Sono, con ogni stima, ammirazione, e riconoscenza,
Di Vostra Signoria preclarissima,

Bologna 20 Novembre 1863.

Devotiss. Servo ec.

. Fra le esperienze sul magnetismo de' mattoni, che mi ho notate, accenno la seguente, perchè porge un punto di riscontro con quella che ha data occasione alla lettera. — Nell'autunno del 1862 sperimentai, coll'esimio nostro Prof. Ingegnere Ispettore Brighenti, su rottami di una rocca di camino da cucina, crollata giù, per impeto di vento, in una terrazza della Villa di lui a Rimini. In mezzo ai rottami, ricotti leggieri, che avevano evidentemente appartenuto al fumauolo isolato o alla prossima canna, ne scorgevi alcuni, compatti, staccati dalla contigua muraglia, i quali, per sicuro, poco o niente aveano

sofferto il calore del vecchio e assai usato camino. Ebbene: in cotesti, come in vari pezzi di simili mattoni, ma nuovi, i soliti segni del magnetismo bipolare non si lasciarono desiderare, ad un ago d'ordinaria bussola da agrimensore; nei primi invece ogni segno di magnetismo fallì, o molto incerti ne tornarono gl'indizi, allo stesso ago. — Ben altre volte m'è avvenuto d'osservare il pari difetto di qualunque magnetismo, non che del bipolare, in mattoni che, stati in opera lungo tempo a comporre forni fornelli, per le ripetute alternative de' riscaldamenti e raffreddamenti, meglio che per eccessi di fuoco, perdettero la prima tenacità e compattezza, fatti fragili e leggeri; fragilità e leggerezza non attribuibili per certo al frammento di tegolo favoritomi dal lodato sig. Cav. Fiorelli.

RICERCHE SULLA TERMINAZIONE DEI NERVI NELLA CORNEA;
PEL D. M. DEL MONTE.

Colui che studiando ne' giornali di scienze naturali o nei trattati speciali d'istologia, volesse così apprendere il modo di terminazione dei nervi ne' differenti tessuti del corpo animale, troverebbe che da questo studio il suo desiderio non sarà in nulla o poco soddisfatto. Dal gran numero di lavori, e da un numero presso che uguale di opinioni discordanti, che la scienza oggi possiede su questo grave quesito, egli potrebbe, a parer mio, ricavar solo due cose; la prima cioè l'importanza del soggetto, e la seconda le difficoltà di studiarlo. E queste difficoltà moltiplicate dal fatto, che non si tratta solamente sapere come terminano i nervi in un dato tessuto, ma sibbene come terminano ne' diversi tessuti, e secondo anche le varie parti o i vari organi nella struttura dei quali questi entrano. Del resto, io dico, che cosa potrebbe egli pensare della terminazione dei nervi, mettiamo, nell'organo dell'udito, dopo aver letto i lavori di Schultz, Deiters, Reich ed Hartmann, per dir solo dei più moderni? Crederebbe egli, per esempio, che le ultime fibre nervose le quali si portano nel laberinto si congiungono alle cellule epiteliali, o piuttosto che terminano libere, come Hartmann (1) ha creduto dimostrare? Che penserebbe in oltre, per dare ancora altri esempi, sui nervi dell'intestino dopo i lavori di Meissner, Billroth, Krause, Reichert

(1) *Die Endigungsweise der Geböhrnerven im Labyrinth der Knochenfische.* Arch. f. Anat. und Physiologie. 1862. S. 508-526.

ed Hoyer (1), e sui nervi della mucosa del naso, delle fibre striate ec.? Con qual altro criterio, fuori quello della propria esperienza, si appiglierebbe piuttosto ad una che ad un'altra opinione?

Ecco perchè io ho fatto appunto appello alla mia propria esperienza per conoscere la terminazione dei nervi nella cornea, su cui esiste la stessa disparità di opinioni (che sulle altre terminazioni in altre membrane ed in altri organi), come dimostrerò or ora. Or siccome, d'altra parte, le mie ricerche mi hanno condotto a risultati fino ad un certo punto differenti da quelli fin' ora ottenuti, è perciò che io azzardo pubblicare questi risultati.

Nel 1830, adunque, Schlemm pel primo parlò di nervi che entrano nella cornea. « Essi, egli dice, hanno origine dal « nervo ciliare, e nel ligamento ciliare si dividono in rami su- « perficiali e profondi. Questi più grossi, ed in più gran nu- « mero di quelli, vanno nell' iride, i superficiali al contrario « passano per sopra il ligamento ciliare, penetrano nella scler- « rotica e di qui nella cornea, dove, a cagione della loro pic- « colezza, non possono oltre il suo limite seguirsi (2) ». Niente egli disse sulla loro terminazione perciò, nè Valentin, nè

(1) Poichè la terminazione dei nervi nella tunica nervea dell'intestino ha formato altra volta oggetto di mie speciali ricerche, insieme a due miei colleghi, P. Mazzitelli e L. Armanni, e sotto la direzione del Prof. Albini, nell'Istituto di fisiologia di Napoli, così mi piglio la libertà di notare che precise nella membrana sotto mucosa dell'intestino del cavallo, tanto io che i suddetti miei colleghi, ci siamo potuti accertare della presenza dei nervi. Reichert ha potuto benissimo vedere dei capillari, dei rigonfiamenti, in certi punti, di questi vasi per effetto di schiacciamento; credo altresì che egli, come assicura (*Arch. f. Anat. u. Phys.*, 1859, Heft. IV, S. 553). Hoyer si associa al suodato istologo. Vedi gli stessi archivi 1860. S. 543) sia giunto ad iniettarli, ma non pertanto io continuo a pensare che vi siano ancora nella suddetta tunica nervea dei veri nervi, oltre ai vasi. Circa i gangli, io poi non son sicuro se ponno ritenersi per tali dei rigonfiamenti ovali, o di altra forma, che si trovano nei punti di anastomosi dei fasci primitivi.

(2) *Encyclopädisches Wörterbuch der med. Wissenschaften*. B. IV. S. 22-23. Berlin 1830.

Pappenheim e Bochdalek ne parlarono poscia , benchè avessero essi confermate le osservazioni di quello . Purkinje parlò nel 1845 dell'esistenza nella cornea di una rete nervosa granulare , e Luschka di nervi che scorrono nella congiuntiva della sudetta membrana ; ma soggiunse ch' egli non ne aveva trovato in vicinanza della membrana di Descemet (1) .

Kölliker nel 1848 (2) disse , che i fasci primitivi la mercè della loro divisione dicotomica formano una rete , la quale è contenuta nella sostanza stessa della cornea , ma piuttosto verso la sua faccia anteriore , nè si vede libera terminazione . Gerlach ha visto dopo una rete fina , ma senza dicotomica divisione dei fasci primitivi . Strube (3) crede che i nervi dopo le frequenti anastomosi passino nuovamente nella Sclerotica . His parla di una rete terminale , e ne' luoghi di divisione de' fasci primitivi , descrive un rigonfiamento triangolare , con dei corpuscoli trasparenti più o meno visibili ; — e questi rigonfiamenti crede ponno ritenersi per una specie di gangli periferici . Egli ha fatto le sue ricerche sugli occhi delle capre e dei conigli (4) . Henle dice al contrario , che quelli descritti nella cornea come nervi , sono nient' altro che vasi capillari obliterati (5) . Ma His si è assicurato veramente che sono nervi facendo delle ricerche sugli occhi infiammati . Coccius pensa , che i nervi nella cornea terminano sotto lo strato epiteliale di essa *in vere cellule ganglionari* . Questo fatto , di cui secondo lui può ognuno assicurarsene , glielo hanno mostrato i preparati fatti con l' acido acetico , sugli occhi freschi di montone e di uomo (6) . Krause ha visto altresì dei rami corneali anastomizzarsi , ma in oltre ha trovato dei rami isolati , i quali , do-

(1) Purkinje. Müller's Archiv. Heft II. 1845. Luschka, Zeitschrift für rat. Med. von Henle und Pfeuffer. B. X. S. 24-29. 1850. Die Nerven der durchsichtigen Augenhaut.

(2) Mittheilungen der Naturforscher-Gesellschaft in Zürich, 1848. Nr. 19, S. 89.

(3) Der normale Bau der Cornea und die pathologischen Abweichungen. Disser. inaug. Würzburg 1851.

(4) Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie der Cornea.

(5) Henle, Jahresbericht für 1856. S. 44.

(6) Ueber Glaucoma Entzündung und die Autopsie mit dem Augenspiegel. Leipzig 1850. S. 50 u. 51. fig. 1.

po d'averli seguiti per uno spazio di 0, 5'', finivano in un rigonfiamento terminale a forma di bottone; *il quale per verità, egli dice, l' ho visto solamente due volte nella cornea dell'uomo, preparata con l' acido acetico pirolegnoso* (1). Ha trovato di più i rigonfiamenti triangolari descritti da His nella cornea dell'uomo, del vitello, della vacca, della pecora, del porco e del cane. Arnold però dice, che i corpuscoli terminali de' nervi, i quali W. Krause ha desorrito nella congiuntiva e nella cornea in ispecie, non sono veramente che il prodotto artificiale del modo di preparazione di cui egli si è servito. Quanto a lui pensa che i nervi, nella membrana in parola, terminino nell'*elastica anteriore* in rete, e che i luoghi triangolari, che si trovano ne' punti di anastomosi dei fasci, non debbono considerarsi come gangli periferici, ma come ingrossamenti appartenenti ad un periodo speciale di sviluppo (2). Remak intanto confessa non aver mai visto passare in rete i fasci primitivi della cornea (3).

Kühne fa congiungere i cilindri dell'asse nudi, i quali escono dalla divisione multipla dei fasci primitivi, con i filamenti del protoplasma dei corpuscoli della cornea. *Ainsi il est probable qu'il n'y a pas un seul corpuscul (cellule) de la cornée, qui ne soit en combination direct ou indirect avec les éléments nerveux* (4). Ma Sämisch non vede congiunzione delle fibre nervose con i filamenti del protoplasma dei corpuscoli medesimi, bensì terminazione libera di dette fibre. La rete, oltre a ciò, che formano i fasci primitivi con la loro dicotomica divisione giace, secondo lui, alla superficie della cornea, però nella sostanza propria. Trova che i rigonfiamenti triangolari descritti da His contengono uno, due, tre corpuscoli di diversa forma, ovvero un corpo di sostanza granulosa ma irre-

(1) Die terminalen Körperchen der einfachen und sensiblen Nerven. S. 152 u. f. Hannover 1860.

(2) Die Endigung der Nerven in der Bindeglied, und die Kraus'schen Endkolben. Arch für die Path., Anat. u. d. Physiologie von Virchow. 1862. B. 24. Hft. 8. h. S. 272.

(3) Ueber die Endigung der Nerven in elekt. Organ des Zitterrochen. Müller's Arch. Hft. V. S. 272.

(4) Note sur un nouvel ordre des nerfs moteurs par M. Kühne. Gazette Hebdomadaire Tom. IX, n. 15. Paris, 11 Avril 1862.

golare, e che essi rigonfiamenti stanno nello strato dei corpuscoli corneali. Finalmente la rete nervosa del topo e del coniglio non la trova granulare (1). Kölliker ultimamente ha scritto che la rete ha luogo dopo le divisioni ed anastomosi dei rami q fasci primitivi, che questa rete giace nella sostanza della cornea, ma più presso la sua faccia anteriore, e che finalmente non si vede mai traccia alcuna di libera terminazione (2) . In fine G. V. Ciaccio pensa anche « che i nervi della cornea si anastomizzano, e formano con fili fasci una rete terminale ». Egli non ha visto né libera terminazione, né congiunzione delle fibre nervose con i filamenti dei corpuscoli della cornea: la rete la descrive fatta di maglie più o meno larghe, e da fasci nervosi di diversa grandezza, i quali ultimi sono formati da fibrille nervose primitive, tenute insieme da una speciale sostanza congiuntiva (3).

Da questo rapido cenno delle diverse opinioni che gl' istologi hanno emesso sulla terminazione de' nervi nella cornea appare, che fra la stessa discordanza vi è qualche cosa su cui la maggioranza di essi almeno accorda, io voglio dire sulla presenza della rete nervosa nella cornea, sulla divisione diconomica dei fasci nervosi, e sui rigonfiamenti triangolari, che si trovano ne' punti di anastomosi o divisione de' fasci medesimi. Ma del resto rimane ancora a decidersi; 1.º se questa rete può o no considerarsi come terminale, e se essa si trova alla faccia anteriore posteriore ovvero in tutta la spessezza della cornea; 2.º se invece della rete, la terminazione dei nervi nella membrana suddetta è in fibre finissime primitive, e se queste fibre congiungonsi ai filamenti dei corpuscoli di pro-

(1) Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges. 1. Untersuchungen über die End der Hornhautnerven p. 1-17. Taf. 1. fig. 1, 2. Leipzig 1862.

(2) Handbuch der Gewebelehre des Menschen für Aerzte und Studirende. 4 Aufl. Leipzig 1863. S. 646-647.

(3) On the nerves of the cornea, and on their distribution in the corneal tissu of man and animals. Quart. Journal of microscops. Science. June 1863. London. p. 77-95. (Vedi la rivista fettane dal Dr. Recklinghausen nel Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, Nr. 35. 8 August 1863.

toplasmà, terminano in bottoni, in vere cellule ganglionari o finalmente libere; 3.^o in ultimo, se i rigonfiamenti triangolari debbono o no considerarsi come gangli periferici. Ecco lo stato in cui la quistione si trova oggidi.

Una delle cagioni, intanto, se non si voglia dir la sola, della diserepanza delle opinioni che abbiamo veduto esistere al proposito, a me pare essere la mancanza di un metodo certo di preparazione della cornea. Il vedere che ogni istologo usa un reagente diverso, significa che non si conosce oggi un vero mezzo come rendere trasparente la suddetta membrana da permettere che vi si vedano i nervi, e che ognuno, che si occupa di questi, fa dei sforzi per ritrovarlo. I reagenti finora impiegati sono stati presi, per quanto so, dagli acidi e dagli alcali; quindi si è usato l'acido acetico più o meno diluito, l'acido nitrico, l'acido pirolegnoso, l'acido acetico pirolegnoso, la soda caustica, la potassa caustica ec. E poi His fa macerare la cornea nell'acido acetico pirolegnoso; Krause nell'acido acetico, o nello stesso acido acetico pirolegnoso; Coccius la fa restare solo mezz' ora nell'acido acetico; Arnold la tiene nella soluzione d'acido nitrico qualche ora; Sämisch in una soluzione di 8-10 go. di acido acetico concentrato a 1045, e di acqua 100 cm. ve la fa restare al più 10-15 minuti, ma se vuol vedere bene le ultime fibre ed i corpuscoli corneali, deve farcela restare 8 ore, ec.

Ora io confesso, che tranne la cornea della rana, la quale sia qualunque l'acido nella cui soluzione si mette, si rischiara sempre bene, nè quella del coniglio, del cavallo, del vitello e del cane diventano mai trasparenti sotto l'azione di una soluzione, benchè allungatissima, di uno dei suddetti acidi. Anzi tre parti solamente di uno di essi in 200 di acqua sono bastate ad oscurarmi il preparato, anche quando lo lasciava nella soluzione solo 6-7 minuti.

Intanto per la preparazione della cornea della rana mi son giovato a preferenza di una soluzione fatta di 4 parti d'acido pirolegnoso in 200 di acqua, in cui ve l'ho fatta stare per solo 3-4 minuti primi. Per la cornea del coniglio, del vitello, del cavallo e del cane ho adoprato una soluzione di soda caustica nella proporzione di 6 dell'alcali, in soluzione alquanto

concentrata, e 200 di acqua. Ma in oltre ho ottenuto gli stessi risultati con un reagente meno sospetto dei precedenti, cioè con una soluzione molto concentrata di zucchero, ed in cui ho restato il preparato per 2-3 ore. Noterò in oltre, che allorquando a 200 parti della detta soluzione di zucchero, se ne aggiungono 3 di acido sia acetico che solforico ec., si ottengono ancora de' buoni risultati, perchè, essendo la soluzione molto densa, il preparato non si gonfia. In questo modo solo ho potuto allontanare l'inconveniente dell'ingrossamento della cornea de' suddetti animali, e dell'intorbidamento che soffre allorquando la si tratta con un acido assoluto, ed ho potuto perciò metterla intera sotto il microscopio. La qual cosa è indispensabile, per evitare il più ch'è possibile le facili illusioni. Per distenderla bene fra le lastrine porta-oggetti e copra-oggetti, è necessario una incisione che si estenda solo per qualche linea dalla circonferenza al centro, e che nulla toglie alla bontà del preparato.

L'ingrandimento, di cui ho fatto uso ordinariamente, è stato dai 300 ai 500 diametri.

Ecco ora quello che nel gran numero di cornee di rana, di coniglio, di cavallo, di cane e di vitello io ho visto:

E primieramente nella cornea della rana. Entrano in questa dal suo orlo oscuro, o dal punto in cui s'inserisce con la sclerotica, da 5 a 6 grossi rami nervosi, i quali fin da ora chiamerò meglio fasci, essendo essi composti da un insieme di fibre primitive che si anastomizzano tra loro. Fin dall'orlo suddetto essi si dividono e formano una rete, ch'è in continuazione di quella la quale esiste nella congiuntiva corneale. A misura che scorrono nella cornea soffrono dell'altre divisioni dicotomiche, ma ne' punti ove esse succedono non si trova *alcun rigonfiamento triangolare*, ed in oltre i fasci che ne risultano sono più sottili dei primi. Questo modo di divisione però, non si ripete nella cornea che per uno spazio di 0,4" dal suo orlo, poichè dopo nel corso del fascio secondario si trovano dei luoghi triangolari (V. Tav. I. fig. 1. d), i quali, piuttosto che di divisione, essi sembrano essere punti di anastomosi. In questi rigonfiamenti o luoghi triangolari veggansi de' corpuscoli ovali, rotondi o di altra forma, ed al numero di 2, 3 fino a

quattro, i quali hanno una membrana involgente distinta, un contenuto granulare finissimo d'un colorito giallognolo, ed uno o due nuclei splendenti nel mezzo. Tra gli spazi che intercedono fra l'una e l'altra di queste cellule (giova chiamarle tali), veggansi le fibre primitive nervose di un ramo passare negli altri due che dal rigonfiamento si dipartono, e che scorrendo nella cornea si anastomizzano con altri rami, e danno luogo ad una rete con maglie più o meno larghe, la quale si estende in quasi tutta la superficie della membrana.

I fasci primitivi, ed i secondari ancora, conservano per una certa estensione l'inviluppo di Schwann, mentre fin dal loro primo entrare nella cornea perdono la loro midolla; in seguito però, i fasci che compongono le maglie della rete risultano di fibre primitive nude, le quali in certi punti decorrono molto lontane le une dalle altre, ciò che mostra che non sono mica tenute insieme da *una sostanza speciale*. Queste fibre medesime portano nel loro corso dei corpuscoli pieni anch'essi di contenuto granulare giallognolo (1). Dai punti triangoli o dai fasci stessi che formano la rete, si staccano delle fibrille primitive, le quali, dopo un corso più o meno lungo, terminano finalmente in dei corpuscoli ovali per lo più, ma spesso anche ramificati e di diversa forma, ed alcuni dei quali, con le loro ramificazioni, fra di loro stessi si congiungono. Il contenuto di questi corpuscoli è anch'esso granulosso e giallognolo, e sono essi forniti altresì di uno o due nuclei (v. ee. *fig. I.*). Allorquando la cornea preparata con l'acido pirolegnoso si tratta con la glicerina, tanto i corpuscoli visti ne' gonfiamenti triangolari, che quelli nel corso delle fibre nude e nell'estremità di queste, non riescono più visibili.

Or si domanda: i luoghi triangolari, con quei corpuscoli, e di quello aspetto da me descritto, ponno ritenersi come gangli perifissi? Questi corpuscoli che si trovano alla fine delle fibre primitive, le quali si staccano dai loro rami, ponno ritenersi come cellule ganglionari? Quanto a me benchè persuaso della difficoltà di dare un giudizio esatto su queste ques-

(1) Fa d'opo avvertire, che questi corpuscoli meritano di essere distinti da quelli i quali appartengono all'inviluppo di Schwann.

ni, pur tuttavia io sono inclinato a credere che i rigonfiamenti triangolari siano gangli, e che i corpuscoli, i quali si trovano all'estremità delle fibre primitive, siano cellule ganglionari. L'aspetto che questi hanno, il sito ov'essi si trovano, li fanno almeno credere per tali.

Nella cornea del vitello ed in quella del cane, del coniglio ec. entrano dal suo bordo oscuro, egualmente 6-7 fasci nervosi, i quali però, al contrario di quelli della rana, conservano il loro involucro midolloso per lungo tratto del loro cammino nella membrana. In alcuni punti di loro divisione, od anastomosi, dove si trovano i luoghi triangolari, si vede un agglomeramento di questa midolla, (fig. 2) il quale avviene dietro lo schiacciamento del preparato fra le lastrine in cui esso si mette. Negli altri punti poi ove questo agglomeramento non si trova, si vede un contenuto granulare fino molto trasparente: senza particolari corpuscoli distinti.

Le fibre primitive che si staccano dai fasci o dai rigonfiamenti triangolari (gangli) sono varicose, e cammin facendo diventano pallide per modo, che raramente si ponno seguire fino alla loro ultima terminazione.

L'azione prolungata o troppo forte tanto di un acido, che della soda o della potassa caustica, distrugge l'involucro midolloso dei fasci, così nella cornea come nella congiuntiva oculare stessa, nè appariscono di più col loro doppio contorno.

Se si prende la cornea di un coniglio bianco, al margine di questa si vedrà che i fasci nervosi continuando, come nella congiuntiva, la loro divisione, alcuni dei rami entrano più superficialmente nella sostanza della membrana, altri invece s'insinuano in essa più profondamente. E lasciando alla medesima attaccata la congiuntiva oculare ed una porzione della sclerotica, si vedrà ancora, come la rete della congiuntiva del bulbo vi si continua senza interruzione.

Tanto nella cornea della rana, che del coniglio ec. la rete nervosa occupa è vero l'intera superficie della membrana, ma non è situata però tutta nello stesso strato. Infatti in alcune maglie della rete si veggono di altri fasci nervosi, che scorrono in un piano al loro inferiore e che formano altre ma-

glie; ed in altre, allorquando si segue un fascio nervoso in tutta la sua lunghezza, è necessario sempre cangiare il fuoco del microscopio, ciò che dimostra che il fascio stesso non in tutt' i punti si trova nel medesimo piano. La rete nervosa, in generale, della cornea non ho mai potuto vederla granulosa, ammeno che non teneva il preparato o in una soluzione troppo forte del reagente da me adoperato, ovvero quando lo faceva restare in essa al di là del tempo di sopra indicato. — Nell'un caso e nell'altro, tanto il contenuto de' gangli, quanto le cellule terminali delle fibre primitive diventano pallidissime, ed alle volte scompariscono del tutto. È stato allora anche che ho visto bene sviluppati i corpuscoli corneali con i loro *filamenti del protoplasma*, ovvero ho potuto vedere la *libera terminazione* delle fibre primitive.

Secondo me, adunque, la rete nervosa corneale non è alla superficie anteriore della cornea, ma sibbene in tutta la spessezza di questa membrana, e così ancora, e per le ragioni medesime, i corpuscoli terminali. Io ho visto altresì due volte nella gelastica anteriore isolata, delle fibre nervose e dei fasci, ma le fibre però non ho potuto seguirle fino alla loro ultima terminazione.

I nervi in parola, in oltre, vengono direttamente dalla congiuntiva oculare, senza scorrere prima nella sclerotica, come pretende qualche autore. Nella cornea della rana i fasci percorrono un poco il suo orlo oscuro, e penetrano piuttosto dalla sua faccia posteriore, nè si vede ramo nervoso all'orlo di detta membrana, quando la si guarda dalla faccia anteriore.

Riassumendo adunque le mie ricerche mi hanno mostrato:

1.^o Che i nervi della cornea sono in continuazione di quelli della congiuntiva oculare, e la rete nervosa di questa sta in immediata connessione con la rete nervosa di quella.

2.^o Che i rigonfiamenti triangolari, i quali si trovano solamente nei luoghi di anastomosi de' fasci che formano la rete corneale, ponno veramente ritenersi come gangli periferici.

3.^o Che la stessa rete nervosa non è granulosa, ma diventa tale sotto l'azione prolungata o troppo forte del reagente, e che essa si trova in tutta la spessezza della cornea.

4.^o Che non è la rete medesima la quale esprime la ter-

minazione dei nervi, ma sibbene sono delle fibre nervose primitive, che si staccano o dai gangli o dai fasci nervosi, e terminano in dei corpuscoli, i quali forse sono veramente cellule ganglionari. La terminazione libera di dette fibre, o la loro congiunzione ai filamenti de' corpuscoli del protoplasma, è anche un' apparenza che acquistano pel processo di preparazione.

5.^o Finalmente, che questi corpuscoli (possibilmente cellule ganglionari) non si trovano nel solo *strato sotto-epiteliale della cornea*, ma sibbene in tutta la sua spessezza, così come la rete.

Dalle esperienze fisiologiche di Kühne, fatte principalmente sulla cornea della rana, risulta che i nervi i quali appartengono a questa membrana, sono una specie di nervi motori (Vedi luogo cit.). Se queste esperienze ripetute daranno gli stessi risultati, o se, in altri termini, i risultati del sulldato fisiologo verranno più ampiamente confermati, essi saranno non solo utili all' oftalmiatria, ma proveranno altresì per la fisiologia che non solamente il tessuto muscolare è capace di contrarsi, ma il tessuto congiuntivo stesso, a cui fin ora non si è attribuita che la sola elasticità. — D'altra parte, il fatto della fotofobia che producono le ulcerazioni della cornea, senza contraddirre all' esperienze sopra citate, pare però che dovesse provare come vi debbano essere ancora nella membrana medesima, oltre ai nervi motori, anche de' nervi di senso.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. 1.a *A*. fascio nervoso nel principio ch' esso entra nella cornea e con l' inviluppo di Schwann. *B*. Punti di divisione del fascio senza rigonfiamenti triangolari. *C*. Punto di anastomosi de' fasci non triangolare, ma che raramente si trovano di questa forma. *d d*. gangli della rete con il loro contenuto. *e e*. terminazione delle fibre nervose primitive. La presente figura è stata copiata dalla cornea della rana, dopo che la si era preparata da 5 giorni (Ingrandimento 500 diametri).

La Fig. 2.a rappresenta un ramo nervoso della cornea d'un coniglio nato da 12 giorni, e che ne' rigonfiamenti triangolari presenta un agglomeramento di midolla.



INTORNO ALLA RELAZIONE TRA LE STELLE FILANTI E LE
OSCILLAZIONI BAROMETRICHE; PER CHAPELAS.

Estratto.

Si propone l' Autore di dimostrare il principio emesso da Coulvier-Gravier, che dalle osservazioni delle stelle filanti e delle loro perturbazioni si possono prevedere i primi movimenti della colonna barometrica quaranta ore avanti che accadano. Un'ipotesi fatta da Pouillet lo ha indotto a credere che sopra le nuvole le più alte, ove l'aria è più libera, se si ha più serenità, non vi è però riposo; ed anche Haemtz ammette che se si avesse un istruimento adatto ad indicare i cangiamenti di direzione delle correnti nelle alte regioni dell' atmosfera, tante anomalie sarebbero spiegate. Egli dimostra l' esistenza delle correnti superiori, e con diverse direzioni, nelle alte regioni dell' atmosfera, che non possono essere indicate dalle ordinarie osservazioni. Ritenuto ciò, e che l' atmosfera abbia un' altezza di 25 leghe fa vedere che fino al presente per stimare le mutazioni atmosferiche e le oscillazioni barometriche, non si è tenuto conto che di ciò che passa tra la terra e il limite delle nuvole le più elevate o *cirrus* cioè in una zona di 10000 metri, o leghe $2\frac{1}{2}$ di profondità, trascurando completamente tutto quello che' potesse accadere nella zona superiore, più profonda di leghe $22\frac{1}{2}$. Che cosa accaderebbe dunque se in luogo di leghe 25 si adottasse con Liais l' altezza atmosferica di leghe 85 ! Evidentemente in questa zona superiore si trovano gli elementi meteorici che

con la loro assenza in tutte le discussioni de' fenomeni naturali, hanno impedito i progressi della scienza meteorologica.

Da molti anni Coulvier-Gravier si occupa delle meteore filanti, e se ne è fatto uno studio speciale; non si è preoccupato della loro origine materiale, ma ha cercato le relazioni che possono esistere tra le diverse direzioni che esse prendono nel cielo, e i fenomeni meteorologici che seguono quelle apparizioni. È per l'Autore la stessa filante, sia che si generi nell'atmosfera o fuori di quella, non obbedisce almeno nella nostra atmosfera ad un moto proprio, ma ad un moto che le è dato dalla corrente che incontra. La stella filante non è dunque per noi che una vera banderola, un anemometro che ci segnala la direzione, e la forza delle correnti delle alte regioni, come l'ordinaria banderola, e le nuvole ci indicano le direzioni e la forza delle correnti della zona inferiore. Inoltre le stelle filanti nel loro tragitto presentano particolarità molto notabili che noi indicheremo col nome di *perturbazioni*. Una stella trasportata ad un tratto da una corrente del nord, incontra, dopo un certo numero di gradi di traiettoria, una corrente di sud-ovest, per esempio, che la devia dalla sua direzione primitiva, e la trasporta nella direzione propria. Si dice che, in questo caso la stella filante è stata perturbata da una corrente di sud-ovest, ma la corrente stessa deve entrare nelle previsioni meteorologiche. Finalmente, l'influenza di queste perturbazioni non facendosi sentire sulla colonna del mercurio che circa quaranta ore dopo l'apparizione di que' segni, ci si trova per tal modo avvertiti anticipatamente ai primi^o moti del barometro.

Prendendo una serie di quattordici anni d'osservazioni, e separandone tutte le perturbazioni osservate durante questo periodo, con calcoli trigonometrici molto semplici sarebbe giunto l'Autore a costruire una curva barometrica identica a quella che, tratta dalle indicazioni dell'strumento, indica le oscillazioni del mercurio: cosicchè sarebbero quelle oscillazioni state prodotte dalle perturbazioni delle stelle filanti quaranta ore avanti che il barometro le mostrasse. Egli ha pure presentato all'Istituto di Francia una serie di curve che fan vedere che la risultante delle perturbazioni delle stelle filanti, e la direzione media dei venti costatati dal terzo al quarto giorno suc-

cessivo alle apparizioni di quelle perturbazioni, occupano identicamente le stesse posizioni azimuttali, ed ha così provato l'intima relazione che esiste tra le perturbazioni e i venti constatati sulla terra tre o quattro giorni dopo, che si erano mostrati nel cielo per mezzo delle stelle filanti.

SULLA ELASTICITÀ DEI GAS; DUPRÈ.

Estratto.

Allorchè riman costante la temperatura i volumi dei gas non sono inversamente proporzionali alle pressioni se non vengono aumentati di una quantità costante c che chiamasi covolume. Non è stato possibile fissare questo covolume che è piccolissimo che per alcuni gas, per i quali servono le belle esperienze del Regnault. Quanto agli altri quella proporzionalità non si mostra in nessun modo per due cagioni d'errore: la prima è l'azione condensante delle superficie che si fa sentire particolarmente sovra i gas che son prossimi alla mutazione di stato: la seconda dipende dal mercurio che mentre monta nei tubi al condensarsi del gas non si adatta esattamente contro il vetro, ma vi rinchiude un piccolo strato di fluido, e così tende ad aumentare il covolume se è positivo, o a diminuirlo se è negativo. Quando queste correzioni si sono potute eseguire, o erano trascurabili, la determinazione del covolume è riuscita. Così nel tomo I. della relazione delle sue esperienze dando Regnault a pagina 148 i pesi 19^{gr}, 5396; 9^{gr}, 5845; 5^{gr}, 7345 dell'acido carbonico contenuto in un pallone sotto le pressioni 760; 374,13; 234,17. Se si chiamano P, P' due di essi corrispondenti alle pressioni p, p' siccome il covolume viene espresso dalla formula $c = \frac{Pp' - P'p}{P(p' - p)}$ si ottiene accoppiando la prima esperienza successivamente con la seconda e con la terza $c = 0,007065$, e $c = 0,007151$ al primo de' quali valori particolarmente dovrà

prestarsi maggior sede, sebbene sia poco differente dall' altro. A pag. 388 Regnault dà nella nona colonna della terza tavola risultati che sono troppo alterati dalla seconda causa d' errore, ma la prima non agirebbe neppure su quelli perchè il peso dell' aria dissimulato resta costante quando la superficie condensante e il volume diminuiscono, giacchè la pressione cresce nel medesimo rapporto. Calcolati 28 valori del covolume d' idrogeno per media ne è venuto — $c = 0,00054$, e le differenze che han dato i numeri della colonna della quinta tavola p. 399, sono state piccolissime, forse perchè la gran fluidità dell' idrogeno non ha fatto influire la seconda cagione di errore. I risultati contenuti nel tomo II. pag. 235, 237, 238, 239 conducono ai numeri 0,0012; 0,00175; 0,00202; 0,0064 per i covolumi d' aria, d' ossigeno, d' ossido di carbonio, e di protossido d' azoto, ma le differenze sono più grandi, e questi valori sono meno sicuri non essendo corretti per la seconda causa d' errore che assai v' influiva.

BATOREOMETRO, STRUMENTO DESTINATO A MISURARE LE PICCOLE SPESSEZZE DEI CORPI MEDIANTE LA CORRENTE ELETTRICA; MEMORIA DI GIULIANO GIORDANO PROF. DI FISICA NELLA R. UNIVERSITA' DI NAPOLI.

Tra gli strumenti ordinati alle misure di precisione ve ne ha molti e delicatissimi atti a definire le piccole lunghezze, ma sono scarsi e imperfetti quelli destinati a misurare le minime spessezze. Passiamo a rassegna i primi e i secondi, e avrò dimostrato quel che io affermava.

Il più antico arnese da misurare le tenui frazioni di lunghezza nelle rette o negli archi è il *verniero*, il cui nome ci ricorda Pietro Vernier che ne fu l'inventore, geometra francese morto nel 1637; e dicesi anche *nonio*, specialmente allorchè è destinato alla misura degli archi, o dal nome del portoghese al quale dai suoi connazionali se ne attribuisce la scoperta, o perchè la sua scala contiene *nove* di quelle parti, d'un decimo delle quali si vuole sia minore l'errore nel risultamento finale.

Lo stesso nonio si aggiusta alle due macchine seguenti, e le rende squisite nella indicazione delle volute misure. La prima d'esse, il *caletometro*, è un prezioso strumento ideato da Dulong e Petit, migliorato poi alla lor volta da Gambey, da Perreaux e da Pouillet, e fattosi ora indispensabile in ogni gabinetto fisico dopo le mille applicazioni che ha ricevute specialmente da Regnault: serve esso a misurare le altezze, ossia la differenza di livello tra due punti collocati, o pur nò, nella medesima verticale; o più chiaramente la distanza tra due piani orizzontali, che passano per due punti collocati comunque. La seconda macchina di tal genere è il *comparatore* imaginato

da Lenoir nel 1800, e destinato, come l'indica il nome, a paragonare fra loro le lunghezze di due verghe nello scopo di definirne con esattezza la differenza.

Questi ordigni sono quanto può mai desiderarsi esatti nel principio su cui si fondono, facili a usare, esenti da illusioni, e *dilicati* così da dare i centesimi di millimetro, e taluno anche i millesimi, con un errore che non supera questa stessa tenuissima lunghezza. Tutti essi però sono ben poca cosa se paragonansi al *micrometro*, stretta listarella di cristallo a facce piane e parallele, su cui un millimetro è diviso in 100 o in 1000 parti visibili, il quale accoppiato al microscopio, specialmente se al solare, protraendosi la distanza ingrandita fra due tratti a 1 e a 2 metri, diviene tale un meccanismo da scoprire gli atomi invisibili e da misurare le porzioni infinitesime di lunghezza con precisione da eccedere con verità ogni credenza.

Non è già così degli strumenti, che più da vicino riguardano il mio assunto, destinati a misurare le piccole spessezze. Avverto in prima che tutti essi riduconsi in sostanza alla vite micrometrica o sola, e costruita così come suole presentarsi sotto tal nome, o modificata con accessori alla sua parte principale.

In quanto alla vite *micrometrica* propriamente detta, il principio ne è giustissimo, ma i risultamenti non sono quali si avrebbe diritto a desiderare. Nè qui io intendo alludere ai difetti intrinseci alla stessa vite. Poichè sebbene temerei affermare che l'arte delle costruzioni meccaniche sia provveduta di tali ordigni, che valgano a costruire una vite perfetta, ciò non ostante non può dubitarsi che vi sieno mezzi valevoli per accertarsi se una vite sia o pur no ben fatta, e che degli abili meccanici ne costruiscano di tanta perfezione quanta sembrava impossibile sperare. Cosicchè da questo lato il problema può darsi risoluto. Ma io voglio dire degli accessori alla vite, e degl'inconvenienti gravi che presenta la maniera di definire con essa una misura, che non può non essere erronea o dubbia, o inesatta. E vaglia la verità, riflettendo che l'asse della vite è orizzontale, e che deve premere dolcemente com'è prescritto o il fondo solo o contro esso la lamina da misurare,

e che dipende la misura dalla differenza angolare tra le due posizioni della circonferenza graduata, che è in testa alla vite, relativamente a un punto di riscontro, niuno v'è che non si persuada esservi troppo di arbitrio in quella pressione, la quale non può definirsi che a mano dipendentemente dalla resistenza che può essere avvertita, nè cangiasi senza volgere più o meno la vite, cioè senza produrre alterazioni nella quantità da misurare. Da ciò nè viene che mai non accade di avere la stessa misura in due operazioni successive, che è la sola e vera prova di fatto superiore ad ogni prevenzione del non essere sicuri i risultati delle esperienze.

Tutti questi inconvenienti in cambio di smisurare si trovano anzi accresciuti per l'aggiunzione di altri speciali e più gravi nello *sferometro*, che è una ingegnosa modificazione della vite micrometrica, anzi la migliore infra tutte. Fu esso ideato dall'ottico De Laroue, e così detto perchè ei se ne valse a misurare la convessità o la concavità delle lenti per l'ordinario *sferiche*, deducendola dall'altezza del segmento sferico che esse rappresentano e dal raggio della circonferenza che passa per le estremità dei tre piedi dell'istrumento. E che ciò sia vero ne sarem convinti riflettendo al modo di misurare con esso, il quale dipende dal barcollare o pur nò sulle tre punte che il sorreggono, dal restar fermo in equilibrio per un urto leggiero o dallo scorrere sopra un piano levigato, che gli serve di base, producendo un suono caratteristico. Da tutti questi indizi si argomenta l'esistenza o la mancanza di contatto, e quando v'è il contatto in certe determinate condizioni si legge la misura o meglio si deduce dalla posizione della circonferenza graduata.

Cotali artifizi, se sono ingegnosi da un lato, non sono atti dall'altro a dare misure precise delle piccole spessezze; e per giunta richieggon arte fina e lungo esercizio in chi sperimenta, il che è pure inconveniente non lieve.

Ond'è che sebbene la fisica debba allo sferometro la prova sperimentale delle divinazioni matematiche di Ohm sulle leggi della pila, pure allorchè Wheatstone, componendo il suo reostato, per una più esatta determinazione delle costanti che entrano nella formola di Ohm, si fece a misurare

collo sferometro i diametri dei fili di resistenza, vide gli effetti dell'imperfezione dell'strumento, e fu costretto a dedurre quei diametri per mezzo della lunghezza, della densità, e del peso dei fili. Che se mi si opponesse aver trovato Mitscherlich coll'uso dello sferometro le variazioni, le leggi, e le cagioni delle dilatazioni termiche che presenta lo spato d'Islanda, risponderei che un strumento di misura non può meritare questo nome finchè per averne buoni risultamenti si richiederà squisita e rara perizia nell'arte di usarne; imperocchè allora non è più l'strumento che definisce il numero, ma il genio di chi lo adopera e che sa leggere il vero tra le false indicazioni dell'ordigno.

Le quali cose essendo così verissime come le ho esposte, e dimostrano non aver noi sin oggi mezzi dilicati e acconci per misurare le minime spessezze dei corpi, son lieto d'essere riuscito ad imaginare tale un ordigno di precisione, dal quale è tolto radicalmente il difetto, che s'incontra in tutte le altre modificazioni della vite micrometrica; dell'essere cioè vago ed incerto e quasi arbitrario il punto di contatto, come dipendente dalla maggiore o minor pressione che può esercitarsi a mano, e dedotto da indizi male adatti a definirlo. Invece nel mio strumento il contatto è determinato con certezza, è indipendente da chi opera, e fondato sull'essere chiuso o pur nò un circuito elettrico, e indubbiamente attestato dalla deviazione dell'ago galvanometrico. Ciò basta a giustificare il nome che ho trascelto a rappresentarlo di *batoreometro*, dalle voci greche *βαθος* spessezza e *φεω* il fluire della corrente elettrica, la quale voce perciò esprime lo scopo dell'strumento e pure il mezzo per conseguirlo (1).

(1) Alquanti mesi dopo letta questa Memoria al Reale Istituto, mi viene notizia che il sig. Du Moucel abbia fatto cenno sotto il nome di *sferometro elettro-magnetico* d'una sua modificaçione allo sferometro ordinario, nella quale propone pure la corrente elettrica, ed un circuito ora chiuso ora aperto per misurare le tenui spessezze. Ma se egli sia rimasto solamente nella idea, o sia venuto anche al fatto, io non saprei dirlo; poichè non si deduce dalla sua maniera di esprimersi. E conseguentemente non so se siasi occupato di superar le difficoltà che s'incontrano, secondo andò sponendo, nel venire all'opera, specialmente riguardo ai corpi isolanti, e, neancho se ne abbia fatte delle applicazioni e come delle contropreve

Passo ora brevemente a descriverlo, dirò poi del modo di usarlo, e finalmente accennerò dei problemi che è alto a risolvere, e alcuni dei risultamenti singolari con esso ottenuti.

Il batoreometro essenzialmente componesi d'una vite micrometrica col passo piccolissimo di uno o anche meglio di mezzo millimetro girante in chiocciola fissa, la quale poggi comunque sopra un sostegno isolante o cattivo conduttore della corrente. In testa alla vite è congiunta ed è girevole con essa una circonferenza divisa in 500 parti così, che l'asse della vite sia perpendicolare a questa circonferenza: al sostegno poi è unita una scala divisa in millimetri o in mezzi millimetri giusta il passo della vite, e si accosta dappresso al lembo della circonferenza graduata. Da ciò si rileva che il numero dei giri della vite e le sue frazioni sino ai millesimi di millimetro possono leggersi nella scala.

Voglio intanto notare due cose che si deducono immediatamente da questa prima parte della descrizione. L'una è che l'istrumento così come è descritto, considerata la sua parte meccanica, può dare i millesimi di millimetro, e li dà veramente nel fatto secondo che in fine diremo; la quale squisitezza di misura si cercherebbe invano collo sferometro.

con altri mezzi di misure per inferirne la bontà dell'arnese. Quel che posso affermare però con certezza si è che l'artifizio proposto dal chiarissimo elettricista è abbastanza complicato, e talmente diverso dal mio, che io per verità non ho gran fatto a dolermene. Egli si vale infatti di grilletti, di lame articolate su punte, di ruote dentate, di elettro-calamite; i quali accessori se valgono apparentemente ad ingrandire gli effetti, in sostanza li rendono minori e non equabili moltiplicando gli attriti. Ho creduto sempre, e ciò è ormai da tutti ricevuto, che nelle osservazioni di tenuissime grandezze sia più rigoroso il metodo e men soggetto ad errori quello di studiarle direttamente così come esistono per modo che l'ingrandimento, se fa bisogno, resti solo dalla parte del mezzo che s'impiega per osservare, a preferenza dell'altro nel quale s'ingrandisce l'oggetto stesso, generando ad esempio un moto maggiore coll'aiuto di congegni meccanici o comunque altrimenti. Potrei addurne in prova esempi senza numero nei diversi ordigni di fisica, e dimostrare che la cosa è verissima, specialmente allorché trattasi non di dimostrare semplicemente un fenomeno, ma di stabilirne le leggi, o di determinare misure esatte o assolute o di paragone.

La seconda osservazione importante è che a primo aspetto, per chi non volesse saperne altro, il batoreometro sembrerebbe la stessa cosa che lo sferometro ordinario; sebbene questo di necessità debba avere l'asse verticale e debba poggiare su tre piedi, mentre il batoreometro può avere posizione qualunque, e la chiocciola ne può essere situata come credesi meglio. Ma io ad arte l'ho così presentato affinchè quasi lo stesso ordigno con lievi soppressioni possa servire nell'una e nell'altra maniera di sperimento comunque interamente diverse tra loro; quella solamente pratica nello sferometro, questa teoretica insieme e di fatto nel batoreometro; con ciò è più utile, e meglio se ne veggono le differenze. Prescindendo però da questa considerazione speciale, la quale mi spingeva alla identità di forma tra lo sferometro e il batoreometro, io preferisco assolutamente di presentare il batoreometro così che la chiocciola sia stabilmente sorretta da due solide colonne, le quali sono impiantate invariabilmente sulla base dell'istruimento. Adottando questa seconda costruzione, la sola condizione indispensabile a compiere è che l'asse della vite sia esattamente perpendicolare al piano della base. Con ciò quello che necessariamente richiedeasi al *qualunque* riuscimento delle misure sferometriche, e che ne costituisce anche uno dei più gravi difetti e il rende pure malagevole nell'uso, voglio dire la mobilità, svanisce del tutto.

Ma andiamo oltre e vediamo con quale artifizio si chiude e si apre il circuito elettrico, perchè la corrente in certe determinate condizioni trovi libero il corso, o interrotto. A ciò fare nel centro della base su cui si adagia l'istruimento, la quale suppongo sia di cristallo, è praticata una cavità nella quale s'incastra solidamente una piastrina metallica; con questa comunica internamente un filo metallico anch'esso, che fa capo ad una vite di pressione: alla chiocciola poi è congiunta di lato una simile vite di pressione. Perchè si fa chiaro che, essendo metalliche tutte le parti dell'istruimento tranne, il piano su cui si adagia, se con le due viti prementi della base e della chiocciola si fai comunicare i reofori, allorchè l'estremo inferiore della

vite tocca la piastrina, di cui è detto, il circuito sarà chiuso; e se in questo v'è un galvanometro, il suo ago deviando indicherà la presenza della corrente. Quell'estremo della vite per verità non tocca nelle esperienze la piastrina immediatamente, ma una coppia di dischi di cristallo o di metallo i quali però abbiano le facce rigorosamente parallele e dorate perchè non soffrano alterazione ossidandosi. Tra questi dischi si pone quando occorre la laminetta, della quale si vuol misurare la spessezza, secondo che tra breve sarà detto.

Ciò premesso passiamo al modo come conviene usare l'strumento.

Primamente congiuntolo con la pila e col reometro, sovrappongo alla piastrina il sistema di dischi dorati a contatto immediato fra loro: giro la vite nel senso da farla avanzare nella chiocciola, ma quanto più lentamente è possibile, finchè non venga a spostarsi repentinamente l'ago galvanometrico: a quel punto l'estremo inferiore della vite tocca la piastrina, ed io leggo allora la posizione della circonferenza graduata relativamente alla scala. Assicurato questo primo fatto, si può ripetere una seconda osservazione per ridurre minimo un possibile errore, il quale per altro sarà sempre piccolissimo. Cioè si giri d'alquanto la vite in senso opposto così da allontanare la punta dalla piastrina, e il circuito si renda aperto ritornando l'ago allo zero.

Per tal modo si avrà una seconda posizione del disco graduato relativamente alla scala; cioè le due posizioni dell'attacco e del distacco, o i due punti del circuito chiuso e del circuito aperto, saranno misurati da un determinato numero di gradi della circonferenza divisa: questi gradi rappresentano i millesimi di millimetro che separano quei due limiti, e tra essi è sita la posizione che risponde al vero contatto. È necessario dunque ravvicinare quei limiti. A tal fine si chiuda una seconda volta il circuito, e poi di nuovo si apra: e sempre girando lentamente la vite. Si avranno così due nuove posizioni, le quali saranno più vicine fra loro di quel che erano le due prime. E in questa

guisa saggiando più volte ora per un verso ora per l' opposto si otterrà tale una posizione, che assicuri il contatto ad una frazione minore di un millesimo di millimetro.

Dopo eseguita questa operazione preliminare volgo la vite di due o tre interi giri nel senso da estrarre la vite dalla chioccia, tolgo la coppia di dischi e collocata fra essi la laminetta da misurare, rimetto il tutto al suo posto, e ripeto la medesima operazione che prima; val quanto dire giro novellamente la vite e più volte in senso inverso finchè lo spostamento dell'ago mi dia con la stessa esattezza che innanzi il punto di contatto. Leggo allora la nuova posizione della circonferenza graduata relativamente al punto di riscontro e alla scala: sarà senza fallo diversa dalla prima, allorchè i due dischi della coppia si toccavano fra loro immediatamente. Or la doppiezza della lamina frapposta fra questi sarà misurata esattamente, ed espressa da tanti millesimi di millimetro, quant'è la differenza tra i gradi che rispondono al punto di riscontro nella prima e nella seconda posizione della circonferenza, o che altrimenti misurano la sua rotazione.

È questo, chiarissimi colleghi, il piccolo ordigno, della cui descrizione io mi era prefisso intrattenervi. Ma perchè gli si dia il giusto valore, voi sarete cortesi permettermi che io non taccia le difficoltà incontrate per attuarne la idea, e i problemi che ho dovuto risolvere per trarne il maggiore possibile vantaggio, e come io sia riuscito ad evitare i difetti che s'incontrano negli altri strumenti della medesima natura che il mio.

E per cominciare da quest' ultima parte, il primo e più grave inconveniente, che ho fatto notare in tutti essi, è la niuna costanza del contatto. Or la cagione di ciò, se ben si riflette, è doppia. Una prima è il doversi definire mercè la resistenza che incontra la mano di chi opera; e ciò non accade, come abbiam veduto, nel batoreometro, dove il contatto è determinato dal passaggio della corrente, e indicato repentinamente dall' ago galvanometrico, e può essere definito con un' approssimazione superiore a quanto avrebbesi saputo mai imaginare.

È importante però di avvertire che se vuolsi, com'è necessario, nella deviazione dell'ago galvanometrico un sicuro argomento del contatto, la pila generatrice della corrente deve essere oltremodo debole: senza che per una tensione relativamente eccedente, l'elettrico supererebbe quel lieve intervallo per cui il circuito senza contatto è realmente interrotto o aperto, ma equivalentemente chiuso in quanto agli effetti della corrente. In breve un solo e piccolo elemento di pila alla Daniel o alla Bunsen caricato semplicemente con acqua pura senza acidi né soluzioni saline basta all'uopo se il galvanometro non è torpido (1).

(1) Per togliere ogni dubbiezza che potesse rimanere intorno ai limiti del contatto in quanto da esso dipende la esattezza della misura, osservo in primo luogo che in verità, se ben si consideri, la tensione della corrente impiegata è senza influenza sul risultamento delle ricerche batoreometriche. Infatti questa tensione dipende solo dalla forza della pila, non che dalla natura e dalle dimensioni del circuito. Or questi elementi sono costanti nel batoreometro, durante cioè la prima e la seconda delle due operazioni richieste per ciascuna misura di spessezza. Adunque la tensione non ha influenza sul valore, trattandosi di una quantità costante, che si aggiungerebbe ai due termini di una differenza.

Facciam parlare ora le esperienze per vedere quali sono le variazioni di tensione e quindi le distanze esplosive della corrente al variar delle pile. Sempre che si usa corrente debolissima, ad esempio quella di un solo elemento Bunsen caricato con semplice acqua, l'attacco e il distacco riduconsi a differenze di distanza inapprezzabili in quanto che sono minori di un millesimo di millimetro. Ho adopratò poi una pila di 10 elementi Bunsen caricati alla maniera ordinaria, ma piuttosto debolmente, ed ho avuto a maravigliare nell'accorgermi che l'attacco avveniva precisamente all'istesso punto che con la pila debolissima precedente; ma il distacco è succeduto a distanza sensibile, cioè a 0^{mm},034. Similmente con batteria di 20 elementi caricati fortemente ho avuto pure l'attacco all'istesso punto che dianzi, ma il distacco si è avverato, com'era da prevedere, a distanza anche maggiore, cioè a 0^{mm},056. Dalle quali cose si deducono le due conseguenze seguenti: 1.^o che usando pila non debolissima sarebbe erroneo ritenere per vero punto di contatto una media tra l'attacco e il distacco determinata col metodo da me sopra descritto; 2.^o che in questo caso si deve ritenere assai più prossimo al vero contatto l'attacco che il distacco. Ripeto però anche una volta che, sebbene, essendo costante la forza della pila nelle due operazioni successive, la misura non debba ritenersi erronea per le cose dette, pure vale meglio assolutamente valersi di una corrente debolissima per poter definire con ogni squisitezza il contatto colla determinazione della media tra l'attacco e il distacco.

Ma v' è pure una seconda ragione di errore in quanto a molti corpi, che frequentemente occorre di misurare: voglio dire di tutti quelli, che sono cedevoli a leggiera pressione in tanto che, se umidi o in altra qualsiasi condizione restringonsi quando vengono premuti ed inegualmente: così le membrane e altre lamine organiche, e parecchi corpi pure inorganici: se ne avrebbe dunque misura diversa secondo che fossero diversamente premuti. Ma neanche v' è questo pericolo nel mio strumento. Poichè le membrane da misurare si frammettono successivamente a quei due dischetti della coppia metallica, il superiore dei quali ha un peso determinato e sempre costante, poniamo due grammi. Sono dunque tutte ugualmente premute, e dolcemente tanto quant'è sufficiente a distenderle e non più: laonde trovandosi tutte nelle stesse condizioni, le misure saranno comparabili. Osservo di più che nell'intento di sfuggire un difetto mi sono accorto di poterne trarre vantaggio per risolvere un problema di più. E vaglia il vero, se si tratta di lamine compressibili, avendo io libertà di accrescere la pressione a mio talento e misurarla, potrò definire col batoreometro la stessa compressibilità delle lamine. Per ciò non occorre altro che avere una serie di dischi metallici di pesi ordinati, come di 1, 2, 3, grammi, e sovrapporli successivamente alla stessa lama misurando poi ogni volta.

Intorno a che è bene osservare che v' ha alcune lamine flessibili insieme e sommamente elastiche, le quali hanno considerevole tendenza a rimanere in certe determinate curvature, e a ritornarvi quando cessa d' agire quella cagione che ne le avea allontanate: è una tal quale rigidezza congiunta ad elasticità: bastimi nominare per tutte le lamine di mica. Allorchè si tratta di misurare la spessezza di

E qui di passaggio voglio osservare che da ciò si rileva poter servire benissimo il batoreometro quale uno squisito spinterometro sol che si faccia di platino la punta inferiore della vite, come per altro sarebbe bene che fosse sempre perchè non subisse alterazione di sorta: e varrà allora a misurare e a paragonare fra loro le tensioni delle diverse maniere di pile, di che mi sto occupando, e formerà l' oggetto di altro mio lavoro.

queste lamine è indispensabile che la pressione, comunque tenue, raggiunga un certo limite e sia sempre costante: sperimentando dunque con esse bisogna definire il giusto peso del disco superiore della coppia, e conservarlo poi per le altre. In generale però è da preferire che le lamine sottoposte a misura abbiano piccola ampiezza, e tanta quant'è sufficiente perchè il disco superiore non s'inclini da un dei lati, ma resti parallelo all'inferiore: con ciò la tendenza delle lamine a curvarsi, e la resistenza che oppongono sarà infinitesima o nulla, e di più meno sarà possibile che esse presentino raddoppiamenti o pieghe, nel quale caso si otterrebbe una misura molto maggiore della vera, anzi il più delle volte un molteplice di essa.

Ma la più grande difficoltà, della cui soluzione ho dovuto occuparmi, ha avuto per oggetto l'estendere l'uso dell'istruimento alla misura delle lamine non conduttrici dell'elettrico. E per fermo queste van collocate tra i due dischetti della coppia; il superiore dei quali, allorchè la punta della vite il tocca, comunica con uno dei due elettrodi, l'inferiore con l'altro; rimarranno dunque isolati fra loro se fra essi v'è una lamina isolante, e l'istruimento sarà sempre inerte. Perchè ciò non accadesse facea bisogno che l'inferiore fosse in comunicazione metallica sicura e permanente col superiore, e ciò senza pressione variabile, qualunque fosse la spessezza della lamina da misurare: una vite di pressione dunque non era adatta all'uopo, e neanco una molletta quale si usa in simili circostanze, poichè in quest'ultima si sarebbe sviluppata una elasticità variabile, giusta la inflessione sofferta, nel sotoporle una lamina di maggiore o minore spessezza, e quindi avrebbe cagionato pressione ineguale. Io vi ho supplito invece, e felicemente, aggiungendo un'appendice in forma di linguetta al disco inferiore, ma articolata, cioè formata di due simili laminette congiunte a cerniera, come osservasi nelle due figure: l'una è verticale e fissata in giù stabilmente, la seconda inclinandosi dall'alto si poggia dolcemente sul disco superiore della coppia, e chiude permanentemente il circuito elettrico.

Mi rimane finalmente ad aggiugere qualche parola su i risultamenti ottenuti, e su i problemi che il batoreometro è atto a risolvere per dimostrarne i vantaggi con argomenti di fatto. Intorno a che premetto, due qualità costituire il pregio degli strumenti tutti di precisione, val quanto dire *sensibilità e verità*. La sensibilità è in ragione della piccolezza della misura che l'istruimento è atto a definire: la verità risponde alla tenuità dell' errore che v'è probabilità d' incontrare.

In quanto alla *verità*, se il più valido argomento per assicurarsi che il linguaggio dell' istruimento è vero si ottiene con interrogarlo diverse fiate nelle stesse circostanze, mi basti dire una volta per tutte, che ripetendo dieci volte la misura di un medesimo tenuissimo oggetto, non ho avuto mai nei risultamenti differenza maggiore di 1 millesimo di millimetro e mezzo. Ma per l'ordinario la differenza è stata minore di un millesimo. E ciò è vero senza neanco ricorrere ai metodi così detti *di precisione*. Quando poi si faccia uso anche di questi, allora non v'è assolutamente luogo a temere d'errore, che non sia infinitesimo. Val quanto dire se misurisi col batoreometro un molteplice ad arbitrio, per esempio il doppio, il decuplo . . . l' n.^o della spessezza da definire, e poi dividasi la misura ottenuta per 2, per 10, . . . per n: riducendosi per tal modo l'errore alla metà, alla decima, . . . alla n^{simma} parte.

Per dimostrare da ultimo la *sensibilità* io conchiuderò esponendo alcune misure da me ottenute, le quali, come ognun vede, possono moltiplicarsi oltre ogni limite.

I. Una squama esilissima di mica staccata dilicatamente da una grossa lamina venutami di Calcutta e conservata nel gabinetto di mineralogia della Regia Università mi ha dato una spessezza di 3 millesimi di millimetro; donde argomentasi che essendo quella lamina di oltre 5 millimetri e mezzo di doppiezza, deve essa comporsi di meglio che 1800 di quelle squame sovrapposte.

II. Se misurasi una prima volta la grossezza di una lastra di cristallo o di metallo o di altra qualsiasi materia, specialmente se conduttrice del calore, e poi tenutala nelle

mani un istante, si sottopone di nuovo all'istruimento, vi si scorge un cangiamento di spessezza fin anche d'un millesimo di millimetro, e di frazione minore. Da che siamo avvertiti che se vogliamo risposte vere dal batoreometro le domande debbono esser fatte a intervalli, e dipiù la chiusura del circuito elettrico deve operarsi qualche tempo dopo aver collocato al suo posto il sistema di dischi, così, che tutto abbia potuto ritornare ogni volta ad equilibrio di temperatura. Operando altrimenti si andrebbe incontro a considerevole errore in più o in meno per effetto della dilatazione: l'errore sarebbe in meno se si fosse troppo solleciti nella prima operazione, nel definire cioè il punto del contatto, quando tra i due dischi non v'è la laminetta da misurare: l'errore sarebbe in più se non s'indugiasse convenientemente nella seconda. Di qui pure si deduce che per ciascuna misura deve sempre eseguirsi la prima e la seconda operazione, non potendo, a motivo delle variazioni di temperatura, ritenersi come costante la posizione delle parti dell'istruimento; sarebbe cioè erroneo supporre che il cerchio graduato rispondesse sempre allo zero quando i due dischetti sono a contatto immediato fra loro.

III. Un filo di bozzolo ha spessezza media di 0,^{millim.}014, la quale è variabile da un filo a un altro, non solo se sono tratti da diversi bozzoli, ma anche se dal medesimo.

S'intende poi da sè che in quanto al collocare i fili tra i due dischi della coppia, va osservato con più forte ragione quello che ho detto relativamente all'ampiezza delle lamine. Fa bisogno cioè che il disco superiore non possa inclinarsi da un de' lati sul disco inferiore, ma gli resti sempre parallelo; e quindi il filo deve piegarsi ad angolo, o comunque altrimenti, con sè medesimo; e se non è flessibile, come se trattisi di un filo di vetro, deve spezzarsi in due parti, le quali si adagiano sul disco inferiore parallele fra loro o ad angolo.

IV. Il filo serico del ragno *segestria perfida*, del quale a preferenza ci serviamo per armarne i cannocchiali, ha una spessezza di 0,^{mil.}037.

V. I fili di vetro che servono a comporre pennelli nello

scopo di spargere di acido le lamine in diverse arti, per esempio a preparare il *moiré métallique*, hanno grossezza assai diversa: ne ho misurati parecchi, i quali non erano più doppi di 0,^{mill.}030.

VI. La carta da feltro ordinaria ha una spessezza oltremodo variabile da 0,^{mill.}270 a 0,^{mill.}290.

Quella di migliore qualità assai più sottile ha una spessezza di 0,^{mill.}204 a 0,^{mill.}210.

L'ottima qualità finissima destinata alle analisi chimiche quantitative possiede appena una spessezza di 0,^{mill.}114.

Or io ho voluto pergamennizzare queste carte per osservare le modificazioni che per questa operazione avrebbero subito le loro spessezze, e con meraviglia ho scoperto che la qualità infima e la media pergamennizzate sono diventate più sottili; ma la qualità finissima si è renduta più doppia secondo ciò che segue:

<i>Saggi di carte</i>	<i>Spessezza normale</i>	<i>Pergamenizzato</i>
1.	0, ^{mill.} 278	0, ^{mill.} 252
2.	0, ^{mill.} 205	0, ^{mill.} 180
3.	0, ^{mill.} 114	0, ^{mill.} 120.

Simigliantemente a quest'ultima si è modificata una carta compatta la più fina che mi è riuscita procurarmi, in quanto che allo stato normale avea spessezza solamente di 0,^{mill.}046, e pergamennizzata è cresciuta fino a 0,^{mill.}057.

Della quale differenza mi sembra che la cagione possa essere la varia maniera di agire dell'acido solforico sulla carta secondo che questa è aspra o rugosa o coverta più o meno di lanugine, come sono le qualità più ordinarie, o pure ha la superficie uguale e levigata, il che si avvera nelle qualità più fine. Comunque istantanea, l'azione dell'acido solforico attacca la peluria superficiale delle prime, e le assottiglia: disgrega invece la compattezza delle altre e le rende più doppie.

La carta poi così detta *vegetale*, la quale è trasparente così da essere adatta a disegnare attraverso, mi ha dato una spessezza di 0,^{mill.}075.

VII. Le foglie d'oro destinate alla doratura delle cornici, e di ogni maniera di mobilia, hanno sottigliezza estrema. Quelle che ci vengono di Francia sono più consistenti, perchè più grosse; e pure la loro spessezza non è maggiore di 0,^{mill.}009.

Quelle delle fabbriche napoletane sono meno tenaci, e la doratura con esse ha minore durata; nè può essere altrimenti, poichè hanno appena la spessezza di 0,^{mill.}006.

Voglio fare osservare che come a ripruova dell'esattezza del batoreometro ho voluto pure determinare le spessezze delle due lamine francesi, e napoletana, deducendole dal peso specifico dell'oro, dal peso delle due lamine, e dalla loro ampiezza; ed ho avuto veramente a maravigliare nel vedere che i risultamenti sono stati assolutamente gli stessi che quelli ottenuti dalla determinazione diretta.

La pelle poi del battiloro, o quella membrana sottile, tra cui van collocate le foglie d'oro allorchè si sottopongono all'azione del martello, sono doppie circa 0,^{mill.}070.

VIII. Ho determinato le grossezze di tre capelli tolti da tre uomini adulti, ed ho avuto le misure seguenti:

0,^{mill.}045 0,^{mill.}048 0,^{mill.}051.

Inoltre il capello d'un fanciullo a 3 anni m'ha dato 0,^{mill.}040, e quello d'una bambina di 10 giorni 0,^{mill.}009.

Inoltre mi è riuscito di avere i capelli di due giovanetti mori di Abbissinia, l'un dei quali conta 4 anni, l'altro 20 anni; e sono il più piccolo e l'più grande di quelli, che si allevano qui in Napoli nel Collegio della Palma. Mi han dato le seguenti misure di spessezza

0,^{mill.}067 il minore.
0,^{mill.}108 il maggiore.

IX. Non farebbe d'uopo dimostrare che grande vantaggio debbono trarre le scienze naturali dalle misure batoreometriche nella determinazione e nella descrizione delle specie, soprattutto la botanica, la zoologia, e l'anatomia com-

parata. Pure a modo di saggio aggiungo i due quadri seguenti. Il primo di essi indica la grossezza delle squame di diversi pesci, le quali tutte sono tolte dal mezzo della superficie laterale dritta dei diversi individui:

Specie	Lunghezza dell'individuo	Grossozza della squama
<i>Sparus anularis</i> adulto	0, m 050	0, mill. 013
<i>Cromis castanea</i> piccolo	0, m 040	0, mill. 110
<i>Iulis vulgaris</i> piccolo	0, m 065	0, mill. 010
<i>Serranus scriba</i> piccolo	0, m 050	0, mill. 011
<i>Charaux trachurus</i> piccolo	0, m 070	0, mill. 013
<i>Moena vulgaris</i> piccolo	0, m 060	0, mill. 011
<i>Bops boops</i> piccolo	0, m 090	0, mill. 025
<i>Mullus barbatus</i> piccolo	0, m 1	0, mill. 021

Nel secondo poi ho esposto la grossezza delle diverse parti di vari insetti tutti completi e di varia dimensione come qui appresso:

Specie	lunghezza	parte misurata	spessezza
<i>Mantis oratoria</i>	0 ^m ,63	nervo costale dell'ala anteriore	0 ^{mm} ,115
		aia costale	0 ^{mm} ,035
		nervo cubitale	0 ^{mm} ,055
		nervi discoidali dell'ala posteriore	0 ^{mm} ,070
		membrana dell'ala esclusi i nervi	0 ^{mm} ,019
<i>Agrius virgo</i>	0 ^m ,05	porzione discoidale dell'ala posteriore compreso il reticolo	0 ^{mm} ,014
<i>Vanessa atalanta</i>	0 ^m ,025	antenna esclusa la clava	0 ^{mm} ,175
		squame del pulviscolo alare	0 ^{mm} ,007
<i>Tipula imperialis</i>	0 ^m ,016	membrana alare esclusi i nervi	0 ^{mm} ,019
		nervi (in media)	0 ^{mm} ,081

Così pure ho voluto misurare la spessezza di vari elementi della pelle d'un serpente, e propriamente del *bothrops lanceolatus*, individuo lungo un metro ed ho avuto i seguenti risultati:

Spessezza delle piastre ventrali tra	0 ^{mm} ,091 e 0 ^{mm} ,095
• della loro membrana congiuntiva	0 ^{mm} ,054
• delle squame dorsali tra	0 ^{mm} ,081 e 0 ^{mm} ,085
• della loro membrana congiuntiva	0 ^{mm} ,051

X. Uno strato di vernice coppale può rendersi di spes-
sezza minore che $\frac{1}{100}$ di millimetro.

XI. E per finirla, se si lasci una goccia di acqua stillata sopra uno dei dischetti della coppia metallica, e facciasi asciugare, si troverà esattamente nulla la spessezza della lamina residua: e così dev'essere, poichè in verità non rimane residuo di sorta. Ma se vi si fa cadere una goccia di acqua potabile, disseccatasi vi depone un residuo della spessezza minima di men che un millesimo di millimetro, e variabile secondo che ciascuno comprende a norma della purezza dell'acqua adoperata.

SULLA DISPERSIONE DELLA LUCE; PER BRIOT.

Estratto.

Considerato l'etere come un mezzo composto di molecole che agiscono a distanza l'una sull'altra, ed ammesso che il raggio d'attività di queste molecole è piccolissimo rapporto alla lunghezza dell'onda luminosa, ne resulta che le equazioni differenziali del moto vibratorio contengono le derivate d'ordine pari rapporto alle coordinate che determinano la posizione di una molecola qualunque; e che i coefficienti delle derivate successive diminuiscono rapidamente. Trascurando i termini di quart'ordine, o d'ordine superiore si riducono le equazioni differenziali ad equazioni omogenee di second'ordine, e allora si trova che la celerità di propagazione della luce è indipendente dalla lunghezza dell'onda, e perciò non si ha dispersione.

Cuchy attribuiva la dispersione ai termini trascurati nelle equazioni differenziali, e principalmente ai termini che racchiudono le derivate di quart'ordine. Conservati questi termini, trovasi infatti una celerità di propagazione variabile con la lunghezza dell'onda, e tanto più grande quanto la lunghezza dell'onda è maggiore, e ciò è d'accordo con le osservazioni. Ma questa spiegazione sembra presentare una difficoltà insormontabile, perchè se questi termini producessero un potere dispersivo assai energico nel mezzo eterico che penetra un corpo trasparente isotropo, come il vetro, questi stessi termini avrebbero un'influenza sensibile nell'etere libero. Ora l'osservazioni delle stelle cangianti, per esempio della stella Algol prova che non si ha dispersione

apprezzabile nel vuoto, cioè la differenza di celerità de' diversi raggi luminosi è talmente piccola, che non si è potuto costatare una differenza di cammino, nonostante l'enorme distanza delle stelle.

Ammesso che la dispersione non esista in modo sensibile nell' etere libero, e che esista a differenti gradi nell' etere che penetra ne' diversi corpi trasparenti composti di particelle ponderabili, è naturale attribuire questo fenomeno alla presenza di quelle particelle. Tale influenza può manifestarsi in due maniere: o per l' azione diretta delle molecole ponderabili sull' etere in vibrazione, o indirettamente per la modificazione che queste molecole portano nella costituzione dell' etere.

Quando la luce attraversa un corpo trasparente una parte più o meno grande della vibrazione trasmettesi alle particelle ponderabili, il resto passa attraverso i corpi. Questi si scaldano tanto meno, e per conseguenza la quantità di forza viva trasmessa alle particelle ponderabili è tanto minore, quanto è più trasparente il corpo. Nel caso ideale di un corpo trasparente può ammettersi che le particelle ponderabili rimangano immobili mentre vibra l' etere. Or si trova che l' azione diretta delle molecole ponderabili sull' etere in vibrazione introduce, nell' espressione della celerità di propagazione, un termine variabile ma proporzionale al quadrato della lunghezza dell' onda, mentre che secondo le esperienze dovrebbe essere inversamente proporzionale a questo quadrato. Sembra adunque che debba ammettersi la seconda ipotesi.

L' etere penetra i corpi trasparenti e riempie le cellule formate dalle particelle ponderabili, ma la densità sua non è la stessa nell' estensione della cellula, varia da un punto all' altro, prendendo lo stesso valore a punti corrispondenti nelle cellule. Si hanno nella distribuzione dell' etere ineguaglianze periodiche, delle quali convien tener conto, e le equazioni differenziali del moto vibratorio non sono lineari a coefficienti costanti, ma equazioni lineari a coefficienti periodici. Anche gli integrali si compongono di una parte media e di una parte periodica, e siccome l' insieme delle osserva-

zioni indica che la distanza delle particelle ponderabili, e per conseguenza il periodo è piccolissimo rapporto alla lunghezza delle onde, ne verrà che la parte periodica delle vibrazioni sparirà nell'insieme del fenomeno compensando le quantità negative quelle che sono positive, e il fenomeno sensibile sarà determinato dalla parte media delle vibrazioni; mentre la parte periodica non trascurata nel calcolo spiegherà la dispersione della luce. Applicati questi principii alla spiegazione della polarizzazione circolare, col tener conto delle ineguaglianze periodiche dell' etere in un mezzo dissimetrico ha corrisposto. E facendo il calcolo per un mezzo isotropo e omoedrico si trova che le ineguaglianze periodiche dell' etere esercitano una notabile influenza sulla celerità di propagazione della luce, diminuendola di una quantità costante, ed introducendo un termine variabile inversamente proporzionale al quadrato della lunghezza dell' onda, come richiede il potere dispersivo.

Possono farsi due singolari osservazioni. Se si eguaglia a zero il termine variabile che produrrebbe la dispersione nell' etere libero, si ottiene una condizione alla quale deve soddisfare la forza che si esercita fra due molecole di etere: questa condizione indica che due molecole di etere si respingono in ragione inversa della sesta potenza della distanza. Se poi ponesi a zero il termine proporzionale al quadrato della lunghezza dell' onda, termine che proviene dall' azione diretta delle molecole ponderabili si ha una condizione che deve esser soddisfatta dalla forza che ha luogo tra una molecola ponderabile ed una di etere: questa condizione indica che le particelle ponderabili agiscono sull' etere secondo la legge di Newton, cioè in ragione inversa del quadrato della distanza.

NUOVO ELETTROMETRO BIFILARE D'INDUZIONE;
MEMORIA DI L. PALMIERI.

Il primo elettrometro ad indice orizzontale appartiene a Coulomb; ma quando in questi strumenti non voglia giovarsi della torsione de' fili metallici per avere misure, riescono sempre imperfetti. Per le osservazioni di meteorologia elettrica fatte col metodo del conduttore mobile, non si potrebbe ricorrere alle misure per mezzo della torsione, perchè nei tempi umidi si avrebbero risultamenti fallaci, ed oltre a ciò gli elettrometri di torsione mancano di quella squisitezza che aver deve un elettrometro atmosferico. Se l' indice invece di essere sospeso sia bilicato, come nell'elettrometro di Peltier, nascono spesso degli errori provenienti dall' attrito. Sospendendo l' indice ad un filo di bozzolo, se si trova in contatto del conduttore da cui riceve la carica, per lo più non si distacca senza un urto meccanico, e se era ad una certa distanza sarà prima attratto e poi repulso. Per le quali cose tutte io cercai di fare un elettrometro che andasse immune da quest' inconvenienti e fosse di una sensibilità grandissima. Questo elettrometro trovasi descritto nel 1.^o e nel 2.^o volume degli *annali dell' Osservatorio vesuviano*. In esso l' indice è sospeso ad un filo di bozzolo, ma tiene di sotto una punta che tocca leggermente il fondo di una cavità praticata nel mezzo del conduttore orizzontale da cui deve esser repulso. Questo indice porta un frammento di ago da cucire debolmente calamitato il quale serve a dargli una direzione costante. Siffatto elettrometro fatto bene è sensibilissimo e presenta la importante proprietà di dare archi impulsivi proporzionali alle forze. L' uso del piccolo ago

calamitato rende necessario verificare a quando a quando la sensibilità, dello strumento la quale può variare, sebbene pochissimo col variare della forza magnetica. Conviene poi avere una certa pratica nello stabilire il contatto della punta con la sottoposta cavità, per non avere attrito sensibile, nè variabile. Pure accade talvolta che se l'indice tocca il conduttore, orizzontale al venire della carica non sempre si distacca, onde bisogna mantenerlo ad una piccola distanza dal medesimo la quale difficilmente da sè si serba costante, e l'indice facilmente viene in contatto del conduttore orizzontale o di troppo se ne allontana per spontanee torsioni del filo di bozzolo.

Tutti questi piccoli inconvenienti spariscono nel nuovo elettrometro bifiliare d'induzione, perocchè i due fili danno una forza direttrice costante e l'indice senza toccare il conduttore orizzontale è repulso fin da che la più piccola carica comincia, senza che s'abbia a temere attrito di sorta. L'indice consiste in un filo leggerissimo di alluminio il quale porta sotto di sè nella parte di mezzo un dischetto di sottilissima lamina di argento di circa 24 millimetri di diametro la quale entra in un piattello di ottone posto nel mezzo del conduttore orizzontale, il quale piattello ha la profondità di tre millimetri ed un diametro di quattro millimetri maggiore di quello del dischetto di argento, questo dischetto entra nel piattello per un millimetro circa. L'indice nella parte superiore ha un anelletto per entro al quale passano i due capi del filo di bozzolo i quali sotto distano per un millimetro e sopra per 4 con una lunghezza di due decimetri e mezzo.

Quando il conduttore orizzontale prende una carica, opera per influsso sull'indice il quale è messo ad una piccolissima distanza dal medesimo ed avviene la ripulsione. In questo strumento la forza direttrice dell'indice dipende dal peso di esso, delle distanze inferiore e superiore de' fili e dalla lunghezza di questi, elementi tutti che sono costanti. Il peso dell'indice col dischetto è di 350 milligrammi e sebbene avessi potuto farlo più leggero pure ho dovuto mantenermi ad un peso acconcio a dare una certa tensione

a' fili di bozzolo. Ciò non pertanto la forza necessaria a mantenere l'indice a 90° di deviamento sarebbe eguale a 2 milligrammi, e per le tensioni medie dell'atmosfera le quali d'ordinario non oltrepassano i 25° la forza è espressa da una piccola frazione di milligrammo. I saggi fatti finora provano poi che le forze sono, almeno fino a 50°, proporzionali agli archi impulsivi, ed il Professor Battaglini ha trovato una formola semplicissima che esprime le attenenze tra gli archi definitivi e gli archi impulsivi, per modo che chi volesse avvalersi de' primi per applicarvi la formola del Gauss potrebbe averli esattamente deducendogli dagli archi impulsivi osservati, e così sarà anche possibile calcolare le perdite che si hanno nelle diverse condizioni igrometriche dell'aria.

LA DIALISI, NUOVO METODO PER LE INVESTIGAZIONI CHIMICHE
ESPOSTO DA FAVROT.

Traduzione.

Il chimico inglese sig. Graham, direttore de'saggi nella Zecca di Londra col nome *dialisi* indica un nuovo processo d'analisi chimica basato sopra un'interessante proprietà delle membrane, alla quale si dà il nome di endosmotica. La proprietà endosmotica è la facoltà che possiedono le membrane di lasciar passare certe sostanze attraverso a' loro pori ad esclusione di altre.

Distingue Graham i corpi in due classi in rapporto alla loro solubilità; i *cristalloidi* e i *colloidi*. I cristalloidi sono i più solubili, e all'opposto sono i colloidì quelli che non godono se non di una solubilità relativa. Entrano nella prima classe tutte le sostanze che sono suscettibili di prender forme cristalline; e nella seconda le gomme, l'albumina, la gelatina.

Questa differenza nella solubilità de'corpi ha suggerito a Graham l'idea che potessero separarsi gli uni dagli altri in modo assai esatto per farne l'analisi. Si serve a tale oggetto di una specie di staccio con cerchio in gutta-perca e con fondo formato da una carta pecora: pone in esso il liquido da analizzarsi, e poi lo fa galleggiare in un vaso che contenga acqua distillata. Dopo ventiquattro ore tutte le sostanze cristallizzabili son passate nell'acqua distillata, e tutte le materie gelatinose o colloidì sono restate nello staccio. La separazione è completa come se si fossero sottomesse all'azione del calore sostanze fisse mescolate ad oli volatili.

Molte sono le applicazioni che possono farsi di questo processo, e Graham lo ha impiegato per cercare l'acido arsenioso in certo sangue dal quale aveva levata la fibrina. L'acido arsenioso si è trovato quasi in totalità nell'acqua distillata, ed era sì ben separato dalle materie organiche che i reattivi ne han potuto manifestare la presenza, e anche determinarne la proporzione senza l'intermedio di alcun'agente chimico, che distruggesse le sostanze organiche, alle quali questo veleno si trovava combinato.

Il Redwood propone di valersi di questa proprietà per separare la parte attiva di medicamenti che le sostanze naturali presentano allo stato di combinazione con materie inerti, ritenendo che generalmente i principii attivi sono sostanze cristallizzabili e passano attraverso ai pori della cartapepora, mentre le parti inerti sono le colloidi, e restano sempre aggruppate nella parte superiore dello staccio. Egli non fissa a quale stato devono trovarsi le sostanze naturali onde questa separazione abbia luogo. Sembra che debbano essere state sottomesse alle diverse manipolazioni chimiche, che tendono ad isolare i principii attivi, perchè senza di ciò non potrebbero questi principii separarsi, colla sola dialisi, dalle sostanze con le quali sono in intima combinazione, che la sola azione chimica può vincere.

La tendenza che le molecole possedono in certe circostanze di muoversi da un lato del liquido ad un altro, alla quale Graham dà il nome di diffusione liquida può egualmente essere utilizzata per la separazione de' composti chimici mescolati con materie organiche, alimentari, o altre. Nel caso d'avvelenamento, per esempio, e talvolta interessantissimo di evitare l'uso di agenti potenti per preparare le sostanze sospette ad essere sottomesse ai reattivi per eliminare il veleno. Citerò la ricerca dell'acido arsenioso, e dell'emetico, nella quale si ricorre ad acidi che non possono essere perfettamente privi di arsenico o d'antimonio. In tal caso la dialisi è molto utile al chimico non trovandosi il veleno che in intima mescolanza, e non in combinazione chimica con le sostanze organiche. Equalmente la morfina, la strinnina, ed altri alcaloidi possono esser separati con la dialisi, allorchè

sono mescolate con le sostanze dalle quali si vogliono separare.

Può usarsi la dialisi alla spiegazione di alcuni fenomeni fisiologici, e secondo il Prof. Daubeny d' Oxford, le gomme, le fecole, gli oli, e in una parola tutte le materie che si trovano accumulate nel tessuto cellulare, devono essere disposte fra le colloidì. Esse non hanno alcuna tendenza a traversare le pareti delle cellule ove sono state elaborate, ed ove non possono che aggrupparsi. Quanto agli acidi, agli alcoli, ai cristalloidi in una parola, passano attraverso i pori de' tessuti tegumentari, e giungono negli organi speciali ove devono subire le trasformazioni in conseguenza della legge del vitalismo alla quale sono sottomessi. La membrana mucosa dello stomaco è dunque in tal modo assimilata alla membrana di Graham; i differenti cristalloidi sono assorbiti dal torrente circolatorio, mentre i colloidì restano nelle viscere per essere sottoposti all'influenza del sugo gastrico che li elabora secondo la legge della nutrizione.

Ma questa elaborazione non si limita alle sostanze alimentari, perchè col mezzo della dialisi si può spiegare anche l'azione talvolta sì variata de' medicamenti. Se le sostanze medicinali han forma cristallina, e sono in conseguenza solubili, vengono classate necessariamente tra le cristalloidi, e passano attraverso alle pareti dello stomaco: se al contrario sono amorse vengono sottomesse alle leggi che regolano le colloidì, e subiscono l'elaborazione speciale a questa classe. Con questa teoria si comprende come certe preparazioni di ferro possono colorare gli escrementi, mentre che altre non li colorano.

Fra le applicazioni di cui la dialisi ci sembra suscettibile potremo citare l'amministrazione dei medicamenti, o piuttosto la loro preparazione al punto di vista del loro passaggio in certi organi in preferenza che in altri, per cui si renderanno cristalloidi, o colloidì a volontà, associandoli con una sostanza cristalloida nel primo caso, e colloidì nel secondo.

Il Guigney ripetendo le esperienze di Graham ha riconosciuto che lo staccio, indicato da questo chimico non può essere

usato che di rado perchè gli agenti chimici alterano spesso le membrane animali o vegetabili con le quali rimangono lungamente in contatto, ed ha provato ad agire con un vaso poroso di terra da pipe poco cotta, e ne ha ottenuto pieno successo. Ha ripetuta la massima parte delle esperienze di Graham, con questo nuovo dializzatore, ottenendone i medesimi risultati: ha anche estese le sue esperienze a molti prodotti che Graham non aveva trattati col nuovo modo d'analisi, ed ha fatte molte osservazioni interessantissime. Collocata una soluzione mista di gomma e di zucchero in un vaso, e facendo immergere in questa soluzione un altro vaso poroso pieno di acqua pura trovasi dopo ventiquattro ore quasi in totalità lo zucchero nell'acqua, che non contiene traccia di gomma. Se si rimpiazzano questi due composti con del caramele, e del bicromato di potassa, il bicromato passa nel vaso poroso, e il caramele resta nel primo liquido che contiene i due corpi in soluzione. Se sciogliesi del cotone in una soluzione ammoniacale d'ossido di rame, e si dispone nelle dette condizioni l'esperienza, trovasi che il sale di rame passa nell'acqua del vaso e la colora in bleu, e il cotone resta all'esterno. La carta pecora di Graham non potrebbe servire a questa esperienza, e verrebbe attaccata dal sale di rame.

• Ha pensato Guigney che l'acqua non doveva essere il solo liquido suscettibile di lasciar passare attraverso ai corpi porosi i cristalloidi in soluzione, ed ha sperimentato col solfuro di carbonio e con l'essenza di terebintina, tenendovi in soluzione de' metalloidi ed altri corpi solubili. Egli ha osservato che la natura de' cristalloidi presenta una grande influenza sulla rapidità con cui il cristalloide passa per i pori del vaso. Egualmente ha fatto sciogliere l'iodio, lo zolfo e la naftalina nel solfuro di carbonio, ed ha osservato che la naftalina e il zolfo passano molto più rapidamente dell'iodio nel vaso poroso che contiene solfuro di carbonio puro.

Questi risultati hanno molto interessato il Guigney per la dialisi, e lo hanno indotto a credere, che potrà esegirla anche per via secca, cioè separare i corpi fusibili a temperature elevate. Spera di pervenirvi perchè ammette che

questo fenomeno è dovuto a poter passare le molecole più tenue, come i cristalloidi che hanno piccolo volume atomico, attraverso ai pori della cartapeccora o del vaso poroso, e i colloidì che hanno un equivalente elevato e un volume atomico considerabile non vi passano. Comunque la diatesi ha di già resi ottimi servigi alla scienza, e si prevede che per gli usi che se ne posson fare viene a comparire fra una delle più utili scoperte.

SULLA COSTITUZIONE GEOLOGICA DELLA CATENA METALLIFERA
ED IN PARTICOLARE DELLA ELLISOIDE APUANA; MEMORIA
DEL PROF. CAV. SENATORE PAOLO SAVI.

Catena metallifera.

Il maestoso gruppo di monti detto *Alpi Apuane*, posto presso il Mediterraneo al limite della Liguria e della Toscana, distinguesi anche da gran distanza, non solo per l'altezza delle sue montagne, ma specialmente per la sveltezza delle cime di queste, che sollevansi ardite e pittorescamente frastagliate al di sopra di tutti gli umili monti che stanno attorno di esse. Questo gruppo di montagne, disposte e conformate in modo da presentare un chiaro ed istruttivo esempio di sollevamento in ellissoide, è il più settentrionale de' rilievi del nostro suolo che costituiscono, allineati da N. O. a S. E., la *Catena metallifera*. I diversi sollevamenti, che originarono i gruppi di monti dalla cui serie è formata questa catena, non furono tutti egualmente energici ed attivi: alcuni produssero solo lo squarciamiento de' varii depositi terziari e di alcuni de' secondari, talchè ne rimasero scoperti e prominenti a cupole i terreni liassici, come fu per l' ellissoide di *Massa marittima*, nella quale le grandi masse di calcari liassici ed infraliassiaci della *Cornalà di Gerfalco* e di *Montieri* s'inalzano nel centro dell' ellissoide. In altre, invece, la forza sollevatrice ed espansiva centrale, che sempre produsse effetti maggiori nel diametro diretto da N. O. a S. E., diede origine alla emersione ancora dei terreni paleozoici, i quali perciò furon sollevati cotanto da costituire l'asse della ca-

tena, come ne dà l'esempio l'ellissoide del *Monte Pisano*, e quella delle *Alpi Apuane*, di cui in primo luogo ci occuperemo.

Un fatto, a parer mio, di grande importanza, e che in conseguenza merita d'essere indicato fin da adesso, si è che in niuno de' gruppi montuosi della catena metallifera, e neppure in quelle ellissoidi, nelle quali fu sollevata e squarcia la serie paleozoica, come appunto avvenne nel *M. Pisano* e nelle *Alpi Apuane*, in nian luogo comparisce alcuna roccia plutonica posta in tali condizioni e di tale natura da poterla considerare plausibilmente come la causa del sollevamento.

Ellissoide delle Alpi Apuane.

La grande ellissoide delle *Alpi Apuane*, il cui asse maggiore sta presso a poco nella direzione generale della catena metallifera, comprende tre distinte vallate, cioè, incominciando dal N., quella del torrente *Carrione*, quindi l'altra del *Frigido* ed al S. quella della *Serravezza*.

Queste tre vallate differiscono fra loro per la estensione della superficie, e per le valli secondarie o *canali* (come colà si dicono) che le compongono, le quali non si approfondano egualmente nella serie dei terreni. Così la più settentrionale, cioè quella del *Carrione*, è la meno estesa delle altre, ed i quattro canali o spacchi, da cui resulta, tutti convergenti verso la città di *Carrara*, sono tagliati o s'approfondano soltanto entro il deposito o terreno della calcaria salina, talchè in nessuno di essi apparisce allo scoperto quello sottostante schistoso paleozoico. Nelle altre due valli poi, quelle del *Frigido* e della *Serravezza*, gli spacchi o canali che le compongono, non solo tagliano tutta la spessezza del deposito di calcare salino, ma penetrano profondamente negli steaschisti paleozoici, dei quali in generale son formate le loro pendici o i loro fianchi: ed anche in ciascuna di queste due vallate, come in quella del *Carrione*, i detti canali si vedon convergere verso il lato occidentale dell'ellissoide: cioè nella seconda o in quella del *Frigido* verso la città di *Massa*, e nella terza verso il paese di *Serravezza*.

Una tale disposizione irraggiante dei canali di ciascuna valle darebbe a credere che ciascuna di queste dovesse la sua origine ad azioni dinamiche o forse a sollevamenti od espansioni, le quali si esercitassero in quelle respective porzioni di suolo verso le quali essi canali convergono: cioè, per la più settentrionale, in quello compreso fra *Carrara* e *Torano*; per la media, fra *Massa* e *Corevora*; e per la più orientale, fra *Serravezza* e *Rosina*. Le quali forze espansive, siccome agirono più immediatamente o direttamente contro i terreni inferiori, schisti paleozoici e calcarie saline, dovettero produrre in questi gli spacchi irraggianti più o meno traversali che vi si osservano; mentre che nei terreni più superficiali, cioè schisti varicolori, calcaria grigio cupa o cavernosa, macigno ec., contro i quali gli stessi parziali benchè contemporanei sollevamenti agendo in modo più indiretto, cioè con l'intermezzo de' terreni inferiori, dovettero produrre l'innalzamento e la rottura degli strati, non in altrettanti distinti punti o centri d'azione quali sono i tre già indicati, bensì su tutto l'andamento della linea nella quale questi centri son posti, vale a dire nella direzione dell'asse maggiore o longitudinale dell'ellissoide. Ed è perciò che nei nominati terreni soprastanti ai paleozoici, ed al terreno calcare inferiore o salino, invece d'altrettanti sistemi di spacchi trasversali quanti furono i sollevamenti, si formò un solo spacco longitudinale; ed in conseguenza le testate dei terreni squarcianti si divaricarono e sgusciarono a destra ed a sinistra, o verso i lati maggiori dell'ellissoide, ma peraltro non egualmente sollevandosi dalle due parti, cioè dall'orientale e dall'occidentale, anzi in modo estremamente diverso, giacchè mentre dall'orientale originarono montagne alte ancora 1874 metri, dall'occidentale non si elevarono più di 915.

Data così un'idea sommaria della conformazione generale delle Alpi Apuane, onde farle conoscere nel modo più completo che si può, credo opportuno di passare a rassegna successivamente ed in serie ascendente tutti i piani di rocce da cui si compongono tanto i suoi monti quanto quelli delle altre ellissoidi della catena metallifera, indicando le

forme litologiche che in questi ed in quelli si riscontrano, le loro correlazioni stratigrafiche, e di più quegli spostamenti che, secondo il mio modo di vedere, si effettuarono nei terreni stessi e diedero origine alla particolare struttura che ora presentano.

Terreno paleozoico.

Formasi questo terreno nelle *Alpi apuane* di schisti tal-
cosi con noduli di quarzo più o meno grossi, della roccia cioè che nel paese conoscesi col nome di *sasso morto*. Quan-
tunque gli elementi mineralogici di questi schisti sieno ovunque gli stessi, pure variano assai per la grossezza e per la tessitura, giacchè mentre in alcuni luoghi son di grana la più minuta, perciò con i noduli quarzosi piccolissimi, tali da dare alla roccia una sufficiente omogeneità, altrove invece risultano da noduli maggiori, e la roccia ha la struttura assolutamente schistosa: e siccome le sfoglie o lamine che la costituiscono, nelle testate rotte e da lungo tempo esposte all'azione degli agenti ammosferici, son cotanto disgiunte e divaricate da lasciar fra loro delle fenditure o meati, nei quali le acque superficiali e l'umidità del suolo si posson fare strada, e nelle quali per conseguenza le radici delle piante posson trovare un impianto sicuro e la conveniente umidità, così in generale le pendici che di tali testate resul-
tano, son vestite da bella vegetazione anche ove manca del tutto il deposito superficiale *d'humus* e di *detritus*. Massima-
mente omogenea è la struttura de' differenti strati che com-
pongono questo terreno: solo in qualche sito trovansi inter-
calati degli straterelli di *grafite* o *matita nera*, che vedonsi frapposti a quelli del sasso morto. Uno dei più cospicui de-
positi delle nominate sostanze s'incontra nella pendice di *Montalto* che guarda *Levigiani*, presso all'antica miniera di cinabro e mercurio nativo. Anche Giovanni Targioni parlò della matita nera di *Levigiani* ed esattamente la descrisse, notando che forma colà de' letti (detti dal Targioni filoni) interposti a quelli dello steaschisto. Probabilmente queste so-
stanze carboniose sono i rappresentanti o per dir meglio gli

avanzi dei depositi di *litantrace* e di *antracite*, che così ricchi si trovano nella parte superiore del paleozoico, cioè nel terreno carbonifero, per altro in quelle località nelle quali non fu sottoposto ad azioni metamorfiche così potenti come quelle che al certo agirono nel perimetro apuano. E questa opinione è comprovata pienamente anche qui nella stessa Toscana dal fatto che ci presenta *Iano*, ove, trovandosi il corrispondente piano superiore del paleozoico, infinitamente meno modificato, esso presenta, nei banchi argilloso schistosi alternanti con le anageniti e con le pudinghe quarzose, numerose impronte di animali e di piante dell'epoca carbonifera, e degli strati più o meno grossi d'una bella *antracite*. Nello studio che faremo del terreno paleozoico del Monte Pisano, vi troveremo delle rocce di forme intermedie fra quelle d'*Iano* e quelle delle Alpi Apuane, le quali non potranno a meno di convincerci, solo con i loro caratteri litologici, dell'identità di questi due terreni, il che d'altronde è poi nel modo più evidente dimostrato dai dati stratigrafici.

E relativamente alle metamorfosi sofferte dagli schisti paleozoici nella ellissoide apuana è notevole quella in gneis la quale si presenta con un graduato passaggio, non nella successione de'loro strati, ma nella estensione di questi, o per dir meglio in una parte della estensione loro, per lo che chiaramente riconoscesi come il gneis non forni colà il letto o la parte inferiore della serie, ma invece altro non sia che un maggiore e particolar grado di metamorfismo d'una porzione della serie stessa in senso orizzontale, prodottavisi per effetto d'una qualche causa modificatrice in quella parte prevalentemente esercitata. Il Guidoni, il Pareto e Federico Hoffmann avevano già vedute alcune rocce gneissiche nelle Alpi Apuane, specialmente ove le testate degli strati di steaschisti puntano contro le moli di calcaria salina; ma la meglio caratterizzata e la più interessante è quella di *Caggeggi* nel Massetano, che descrissi fino dal 1833. Sotto la borgatella di questo nome, presso alla strada che scorre sulla sponda destra del *Frigido*, trovasi il detto gneis, nel quale veggansi gradatamente convertirsi gli strati di steaschisto da cui si forma il basso di quella vallata. Questo

gneis osservato in massa ed a distanza ha colore grigio verdastro, ma, esaminandolo da vicino, trovasi esser di color bianco sudicio, tutto venato e reticolato di cenerino cupo e da alcune venature rosso rugginose. I suoi componenti sono quarzo ialino, misto a feldispato bianco e talco cenerognolo, il quale talco è la causa delle venature cineree sopraindicate. Il feldispato di questa roccia, oltre a distinguersi assai bene dal quarzo, mediante quel suo particolare splendore ed alla frattura lamellare, è ancora caratterizzato dalla sua fusibilità, per la quale converteasi facilmente col tubo ferruminatorio in uno smalto bianco.

Non debbo trascurare, parlando della zona schistosa inferiore paleozoica dell' ellissoide apuana, di far menzione d' una particolar roccia, la quale trovasi in banchi interposti agli schisti in varie località lungo la *Serra* e la *Versilia*, come presso a *Serravezza* nel luogo detto la *Saltatoja*, alla base del *M. di Stazzema* ec., roccia non schistosa, ma omogenea, piuttosto compatta, di color giallastro o giallo biondo, apparentemente formata da granulazioni silicee. Anzichè reputarla qual membro del terreno schistoso di cui si parla, son piuttosto portato a crederla una roccia d'origine metamorfica.

Zona calcaria inferiore o della calcaria salina.

Al di sopra dei descritti schisti paleozoici trovasi adagiato nelle Alpi Apuane un grosso deposito calcare, il quale, benchè in generale apparisca omogeneo, pure l' accurato studio fattone in molte località di quell' ellissoide mostra come colà, egualmente che nelle altre parti della Toscana, resulti dai soliti tre distinti piani calcarei; cioè, primieramente da quello che fino dal 1846 io denominai della *Calcaria grigio-cupa senza selce* (1), quindi della gran massa della *Calcaria salina o semisalina con fossili univalvi e turriculati*, ed in fine, o nella parte superiore, dalla *Calcaria rossa am-*

(1) Vedi la Memoria intitolata: *Sulla costituzione geologica dei Monti Pisani*.

moniti sera. Ma nelle Alpi Apuane, in conseguenza de' potenti metamorfismi, ai quali furon sottoposti i terreni che le costituiscono, avendo le tre indicate calcarie acquistata quasi ovunque una tessitura più o meno salina, colore presso che identico, e spesso essendo scomparso in esse qualunque distinto indizio di stratificazione, a prima vista, come ho detto, non riesce distinguere, e sembra che quel gran deposito calcare resulti per intiero formato della calcaria propria alla serie media, cioè della salina.

Considerando adunque per adesso tal deposito nel suo insieme, dirò come, eccettuandone la porzione superiore anzi superficiale di poche località, non contenga fossili o almeno fino ad ora non so che ve ne sieno stati trovati. Observando a distanza e nel loro insieme le masse di esso, è agevole di distinguere gl' indizi della sua origine sedimentaria, dalle corrosioni avvenute nella massa stessa, le quali han sempre relazione con la primitiva stratificazione; giacchè, ora la corrosione avvenne maggiore negli spazi corrispondenti alle due facce degli strati, ora invece alla parte media, o corpo dello strato stesso: ma se invece osservasi in particolare questo gran deposito marmoreo, e specialmente quelle sue estensioni la di cui tessitura è completamente salina, allora la massa appare assolutamente compatta, e senza indizio alcuno di strati; ed essendo in tali parti delle masse marmoree che si trovano le così dette *madri macchie*, cioè concentrazioni di elementi non calcarei, combinati in modo da dare origine a varie specie di minerali, fu mia opinione fino dal 1829 (1) che tali *madri macchie* fossero il prodotto delle concentrazioni de' materiali primitivamente costituenti i sottili strati schistosi per l'avanti esistenti fra quelli calcarei, non che degli elementi minerali i quali trovavansi uniti o commisti alla calcaria stessa, avanti la sua conversione in saccaroide. Come già esposti, prova di questa teoria si è fatto costante di trovarsi le *madri macchie* solo ove il

(1) Vedi la seconda *Lettera Geognostica* del Prof. Paolo Savi al sig. Girolamo Guidoni inserita nel Tomo 19 del *Nuovo Giornale de' Letterati*; a pag. 154.

calcare ha grana decisamente salina, ed, oltre a ciò, l'essere sempre il marmo più candido e più bello in prossimità anzichè in distanza delle *madri macchie* stesse. Probabilmente han rapporto con il fenomeno, che originò le *madri macchie*, i *ventrigemmati*, i quali di frequente s'incontrano nelle stesse masse marmoree; o per lo meno tali ventri gemmati s'originarono contemporaneamente alle *madri macchie*, cioè nell'atto in cui ebbe luogo il potente metamorfismo generale che convertì quella calcaria in marmo salino. Essendo a sufficienza noti tali ventri gemmati, non mi tratterò maggiormente a parlarne, e mi limiterò a rammentare che per il solito contengono cristallizzazioni di calce carbonata spatica, di dolomite, di quarzo ialino ed, a volte, anche di gesso e di zolfo.

Ove poi l'azione metamorfica fu minore, perciò minori le concentrazioni de' principj non calcarei, non solo la grana è, come dissi, meno salina e piuttosto ceroide, ma vi si vedono delle venature variamente ondulate, le quali sembrano le vestigia delle precedenti rocce schistose interstratificate. Ma non tutta la serie calcarea interposta ai due letti o zone di rocce schistose che la limitano, cioè le inferiori paleozoiche e le superiori giura-liassiche, è omogenea, nè per la struttura della massa, nè per il colore; trovandosi che nella parte inferiore è in molti luoghi tinta alternativamente, e come a strati fra loro sfumati di cinereo celestognolo più o meno intenso, ed allora costituisce i così detti *Bardigli*. E siccome nell'ellissoide de' *Monti Pisani*, ove gli effetti di metamorfismo furono cotanto minori, trovasi quasi ovunque sottostante alla calcaria bianca l'altra che, descrivendo quei monti, denominai *grigio cupa senza selce*, la quale dal Prof. Meneghini e da me, nelle *Considerazioni sulla geologia stratigrafica della Toscana* (1) fu riferita al *Trias*, così nello stesso libro noi giudicammo non essere altro i bardigli delle *Alpi Apuane* e del *Campigliese* che calcari della serie triassica,

(1) Pubblicata nel 1851 al seguito della traduzione dell'opera del celebre Murchison: *Sulla struttura geologica delle Alpi, degli Apennini e de' Carpazi*.

ridotti a salini o ceroidi ed in parte scolorati dal solito effetto del metamorfismo.

Sono i *Bardigli* una qualità di marmi dei più ricercati per ornamenti architettonici e per formarne oggetti di mobilia, giacchè han tinte quiete e bene sfumate, e prendono un polimento splendidissimo. Si distinguono in commercio in *Bardigli ordinari* ed in *Bardigli fioriti*. I primi, che specialmente s'escavano dalla massa marmorea della *Cappella*, presso *Azzano*, son quelli a fasce cineree, o parallele o poco ondulate; i secondi invece han le fasce con tinte più decisive, massinamente ondulate, spesso impastate e commiste; e segandone la massa in una o in un'altra direzione vedonsi presentare le più variate e piacevoli dipinture. Questa varietà di *Bardigli*, che a mio credere deve la sua origine, tanto ad un particolar grado di metamorfismo, quanto a pressioni laterali, le quali fecer contorcere ed impastar gli straterelli di quel primo deposito calcare, non trovasi che nel *Canal delle Mulina* presso la base del *Monte di Stazzema*.

Al di sopra della zona media del gran deposito calcare, cioè sulla vera calcaria salina, vi ha il piano superiore, sempre di non grande spessezza, costituito originariamente dalla *calcaria rossa ammonitifera*: ma, come ho detto, son poche le località delle *Alpi Apuane* ove questo piano chiaramente si distingua, tanto per mancare colà de' colori intensi che son propri agli strati calcari dai quali si forma, quanto per non contenere che raramente indizi di que' fossili caratteristici fra noi del calcare stesso. Di fatti, io non conosco che una parte del dorso della gran massa marmorea della *Corchia* e di quella del *Sagro*, ove si trovino di simili avanzi: ma siccome essi stanno inclusi in un calcare, il quale non è giammai perfettamente candido, bensì leggermente rossastro o fulvo, di grana ceroide anzi che salina, così è agevole di riconoscere non essere che un metamorfismo della nostra *calcaria rossa ammonitifera* tanto bene sviluppata in non lontane località, come in *Garsagnana* a *Sasso rosso* presso l'*Alpe di Corfino*, in *Toscana* ne' *Monti oltre Serchio*, alla *Gerardesca*, nel *Campigliese* a *Caldana di Ravi*, a *Gerfalco* ec. Nelle quali località trovasi ancora cotanto ricca

di ben conservati modelli d' ammoniti e d' altri fossili da caratterizzarla nel modo il più certo come appartenente all' epoca del *Lias inferiore*.

Fondandosi adunque sull' aspetto litologico d' alcune parti del piano superiore della gran massa calcarea di cui si parla, su que' pochi fossili che vi sono stati ritrovati, e specialmente sul carattere stratigrafico, è certo, come ho già detto, che debbasi referire detto piano alla calcaria rossa ammonitifera del *Lias inferiore*. Egualmente basandosi e sul carattere stratigrafico o di situazione, e sul litologico del colore e della tessitura più o meno salina, anche la parte media si deve riportare a quella corrispondente de' *Monti Pisani, Campigliese ec.*, quantunque nelle Alpi Apuane vi manchino del tutto quegli avanzi di fossili univalvi e turriolati che altrove vi sono cotanto abbondanti. E riguardo a tali avanzi organici cade qui in acconcio il fare osservare come ancora ove sono i meglio conservati, cioè nell' ellissoide del *Monte Pisano*, siccome non consistono che in nuclei, essi pure quasi per intiero convertiti in calcaria salina, perciò del tutto privi de' caratteri capaci di dar modo a determinarne la specie, no i siamo in Toscana nell' assoluta impossibilità di risolvere la questione così vivamente adesso dibattuta riguardo all' età della nostra calcaria salina: cioè se essa debbasi continuare a considerare come la più antica del *Lias inferiore*, oppure se debbasi riferire decisamente all' epoca precedente ossia a quella del *Trias*. Per altro, siccome, adottando questa maniera di vedere, converrebbe fra noi unire la calcaria salina alla grigio cupa senza selce, la quale dai caratteri paleontologici sembra esser caratterizzata come vero *Trias*, e siccome non vi ha dubbio che, in molte località, le discordanze di stratificazione che esistono fra questi due calcari (chiarissima in vari siti dell' ellissoide dei *Monti Pisani*, come a *Caprona, al Bagno della Duchessa, Filettole ec.*), non che la differenza assoluta che presentano per i loro caratteri litologici, ci obbligano a considerare le calcarie stesse, (cioè la salina e la grigio cupa senza selce) come d' epoche decisamente diverse, così, nè il mio collega Prof. *Meneghini*, nè io, crediamo poter

per adesso ammettere tal supposizione: e siccome non può negarsi un valore assai importante ad alcuni degli argomenti su i quali s'appoggiano i sostenitori della contraria opinione, onde non pregiudicar la questione adottiamo ancor noi il partito di designare il deposito della calcaria salina col nome d' *Infra Lias* .

Ritornando adesso a considerare nel suo insieme il gran deposito calcare sovrapposto agli schisti paleozoici, noterò di nuovo come, in conseguenza del sollevamento avvenuto in quella ellissoide, sia maggiormente sollevato il lato N. E. dell' ellissoide stessa; giacchè incominciando dalle *Molina di Stazema*, poste alla sua estremità orientale, ascendendo per il *M. di Retignano* a quello di *Montalto*, di là passa all' oriente di *Leviglioni* per le *Svolte*, piega a N. O. , ove costituisce la gran mole calcarea della *Corchia* , quindi continuando nella stessa direzione forma il *Cipollajo*, l' *Altissimo*, la *Tambura*, il *Sagro* e, percorrendo di poi fino all' estremità della gran valle del *Carrione*, rivolge a libeccio e, discendendo verso S. S. E. forma la gran massa calcarea, ove sono aperte le numerose cave di *Carrara*: quindi prosegue a levante per formare la porzione media della *Brugiana*, avanti di passare il *Frigido*, ed oltrepassatolo costituire il *M. Corchia* e le due masse marmoree di *Trambiserra* e della *Cappella*, che stanno ai due lati del torrente *Serra*. Siccome, a seconda di quanto sopra ho detto, solo nelle *Valli della Versilia* e del *Frigido*, l' effetto del sollevamento fu tale da approfondare gli squarci o spacchi fino nella serie degli schisti paleozoici, perciò nell' altra o più occidentale vallata, vale a dire in quella del *Carrione*, la gran serie della calcaria salina è quella che forma quasi ovunque la parte inferiore delle gole della vallata stessa, nè in alcun luogo si mostra estesa porzione del sottostante terreno schistoso.

Le masse calcaree ora descritte furono, ed ora lo son molto più che per il passato, sorgente inesauribile di guadagno al paese, in grazia delle numerosissime escavazioni di marmi statuari e d' ornamento a cui danno luogo. Circa quarant' anni addietro, erano solo le montagne Carraresi che somministravano alla scultura ed alla architettura mondiale la preziosa materia

marmorea. Marco Borrini di *Serravezza* ebbe per il primo il pensiero di riattivare le cave del bellissimo statuario del *M. Altissimo* aperte primitivamente da Michelangiolo Buonarroti. Simi di *Levigiani* intraprese quindi analoghe escavazioni nelle precipitose costiere della *Corticchia*; ed in seguito, estesosi il commercio dei marmi, adagio adagio andaron sene moltiplicando le escavazioni, talchè ora può dirsi non esservi alcuna porzione scoperta della massa marmorea ove società più o meno potenti non abbiano stabilite cave o di statuario o di marmo ordinario.

Schisti varicolori.

Al disopra della descritta massa calcarea inferiore s'adagia la seconda serie di rocce schistose, designate col nome di *Schisti varicolori* nella mia memoria sulla costituzione geologica de' *Monti Pisani* (1) e nelle *Considerazioni* pubblicate insieme al Prof. Meneghini nel 1851; nel qual libro le classammo nel periodo *giura-liassico*. Il terreno costituito da tali rocce schistose è, nei monti della catena metallifera, agevolmente riconoscibile per la sua situazione, giacchè stà fra i due grandi depositi calcarei della medesima; vale a dire che mentre riposa sopra la calcaria salina, è poi ricoperto dall'altro gran deposito calcare che qui appresso descriverò, da quello che denominai del *calcare grigio cupo con selce*, e che da Meneghini e da me fu considerato come *Neocomiano*. Ma, tolto questo carattere stratigrafico, niun altro ve ne ha generale e costante per distinguere gli schisti varicolori dai terreni schistosi inferiori; giacchè i metamorfismi fecero loro acquistare forme svariatisime, e di più perdere quasi sempre le poche e rare impronte di fossili loro propri. Come più estesamente esporrò in appresso, furono gli studj geologici da me pubblicati nel 1845, e fatti nei monti oltre Serchio, ove questo terreno trovasi poco modificato, che mi diedero modo di distinguerlo dagli altri, e di poter conoscere i suoi rappresentanti nell'ellis-

(1) Stampata nel 1846.

soide apuana, e per conseguenza d'incominciare a interpretare con giustezza la complicata ed oscura struttura delle medesime: talchè il Marchese Lorenzo Pareto, avendo adottato la mia maniera di vedere, nel 1847 (1), li distinse esso pure per la prima volta dagli schisti paleozoici designandoli col nome di *schisti argillosi lucidi*, e lo stesso avendo fatto il Puggaard nel 1860 (2) li designò invece con l'altro nome di *schisti talcoso-cloritici*.

I caratteri litologici delle rocce costituenti i varj strati o piani di questo terreno sono, come ho detto, cotanto variabili nelle diverse località, cioè secondo che subirono diversi gradi e forse varie qualità di metamorfosi che, per darne una idea sufficientemente giusta e completa, conviene studiarle, come faremo in appresso, in ciascuna delle località stesse. Per adesso mi limito ad indicare che nei monti oltre Serchio ed in una parte del Monte Pisano si presentano come schisti di fragile consistenza, color fulvo grigastro e tessitura omogenea, in lamine sottili, abbondanti d'impronte della *Posidonomya Bronnii*, alternanti con banchi di una roccia calcarea silicifera, a volte ancora privi affatto di calcare, spesso con impronte di fucoidi. In altre parti poi del Monte Pisano assumono la forma di staniti e di schisti galestrini, non che d'un'arenaria con aspetto tanto simile a quello del macigno, che da questa roccia è quasi impossibile distinguere litologicamente: la qual forma si presenta identica nell'ellissoide apuana sul Monte di Stazzema. Ma le più singolari metamorfosi di tali schisti sono quelle sotto cui si mostrano: nel Monte Pisano presso Rupe Cava, ove rassembra una anagenite del Verrucano; e l'altra della massima parte delle Alpi Apuane, ove le rocce di questo terreno si trovano

(1) Vedi a pag. 23 dell'Opuscolo pubblicato in Genova nel 1850 dal Marchese Lorenzo Pareto, intitolato « *Nono Congresso degli Scienziati Italiani in Venezia* ». Opuscolo nel quale egli fece conoscere vari importanti suoi lavori geologici da lui verbalmente comunicati o letti nel 1847 al detto Congresso, ma fin allora restati inediti.

(2) *Mémoire sur les calcaires platonisés des Alpes Apuennes et du M. Pisano*, par M. B. C. Puggard. *Bul. de la Soc. Géologique de France*, 1859-60. pag. 190.

ridotte in ischisti talcosi nodulosi, tanto simili ai paleozoici delle stesse località, che non saprei quali caratteri litologici potessero assegnarsi a ciascuno onde distinguerli fra loro; tanto più che ancora gli schisti paleozoici hanno spesso, come dissi, forme molto variate. Noterò in fine che ne' monti prossimi a *Stazzema*, oltre ad esservene di quelli simulant i' arenaria macigno, presso ai paesi del *Cardoso*, *Pruno* e *Volegno*, ve ne hanno di quelli ridotti in vere ardesie: e di più che trovasi colà una loro particolar metamorfosi, la quale costituisce la così detta *Pietra da forni*, giacchè da tempo remotissimo è adoperata come pietra refrattaria per formarne la camicia o fodera interna de' forni per le fusioni de' nostri minerali di ferro, rame ec. Questa roccia, della quale parlò ancora Giovanni Targioui, è formata da noduli di quarzo lattiginoso di mediocre grossezza, collegati da una pasta a lamine di talco glaueo argenteo.

Per indicare adesso la situazione topografica nell'ellissoide apuana del deposito o terreno di tali schisti, incominciando dalla sua estremità orientale, accennerò quelli di *Val di Castello*, i quali si mostrano ancora nella valle delle *Molina*; continuansi poi con gli altri già citati del *M. di Stazzema*, ed estendendosi per *Pruno* e *Volegno*, ascendono nell'alpestre *Valle di Mosceta*, ove separano la già nominata massa di calcaria infraliassica della *Corchia* da quella superiore della calcaria grigia con selce che forma l'elevata *Pania*; di là poi, piegando a N. O., formano il fianco destro dell'alta valle del Serchio, calano a *S. Maria in Arni*, girano dietro ai *Pizzi della Tambura*, costeggiano le falde S. O. del *Pisanino* e del *Pizzo d'Uccello*, e, dopo percorsa l'alta valle del *Lucido*, si continuano fino alla *Tecchia* per rivolgersi poi a S. E.; e, passando da *Miseglia*, si connettono con quelli che formano prima la cima ed il pendio O. N. O. della *Brugiana*, poi i monti sovrastanti alla città di *Massa*, quelli di *Strettoja* e di *Ripa*, della *Canala* e *Corvaja*, i quali, oltrepassata la *Serravezza*, ricompariscono all'*Uccelliera* e, mediante quelli di *Capriglia* e *Capezzano*, vanno a raggiungere i già notati di *Val di Castello*.

Terreno della Calcaria grigio cupa con selce.

Al disopra dei descritti *schisti varicolori* riposa la seconda gran massa o zona calcarea, quella cioè che io denominai, parlando dei *Monti Pisani*, della *Calcaria grigio cupa con selce*, giacchè quasi sempre la *selce piromaca* vi è inclusa in arniioni ed anche in istrati. Questa calcaria ordinariamente compatta, in molti luoghi è ridotta in cavernosa, e, benchè di rado, anche in semisalina. La compatta ha colore nerastro o grigio o cinereo e stratificazione ben distinta. Essa è molto sviluppata ne' *Monti Pisani*, nelle *Alpi Apuane*, egualmente che nella *Montagnola Senese*; manca peraltro nelle vicinanze di *Campiglia*, e nel territorio di *Massa Marittima*. In generale è priva di fossili, giacchè gli unici depositi fino ad ora conosciuti di questo calcare che ne contengano in qualche abbondanza sono due: cioè, primieramente quello della *Tecchia* nella parte occidentale delle *Alpi Apuane*, stato scoperto molti anni addietro dal sig. Girolamo Guidoni, visitato quindi dal Pilla, dal Marchese Pareto, ed anche dal Prof. Meneghini e da me; e secondariamente quello veduto da me nel 1852 nei monti di *Pescaglia*, in *Val di Pedogna* all'E. S. E. delle *Alpi Apuane*, in una zona esterna della loro ellissoide.

Il gran deposito calcare del quale si parla fu per la prima volta distinto e fatto conoscere da me nel 1846; e sin d'allora, basandomi sulle correlazioni stratigrafiche, e specialmente sui passaggi graduati e sulle alternanze che presenta in molte località con gli schisti galestrini e colle calcarie della creta superiore (come nel lato O. del *Monte di Quiesa*, nella falda di quello sul quale stà *Montecatini di Val di Nievole* ec.), lo classai nel piano inferiore della *Creta*. Questa mia maniera di vedere non fu per altro seguita, né dal Prof. Pilla, né dal Prof. Coquand, i quali distintissimi geologi sostennero invece si dovesse riguardare come un rappresentante del *Giura*. Ma nel 1851, nello studiare di nuovo questo terreno col Prof. Meneghini, avendo valutato i sopra referiti fatti, reputammo conveniente di continuare a considerarlo come rap-

presentante della creta inferiore o del calcare Neocomiano. Ed a far ciò fummo ancora confortati dall'opinione del celebre Murchison, il quale egualmente lo pose nella creta inferiore, tanto basandosi sulla posizione stratigrafica del medesimo, quanto sul significato d'un frammento di fossile che incontrò in quello di *Prato Fiorito*, sopra i *Bagni di Lucca*, e nel quale a lui sembrò riconoscere le forme d'un *Crioceras* (1).

Tale opinione peraltro trovò non pochi oppositori, fra i quali il celebre mio defunto amico Giacinto Collegno, ed il Marehese Pareto, i quali per i confronti da loro fatti fra i terreni secondari Toscani e gli analoghi delle Alpi Lombar-do Venete, asserirono essi pure doversi riportare il terreno in discorso al *giurassico*. Mancando peraltro, come già ho detto, questo terreno fra noi di fossili ben conservati ed in conseguenza determinabili, è impossibile di risolvere la questione col mezzo dei caratteri i più validi cioè dei paleontologici: e siccome con quelli stratigrafici altro non si può stabilire con certezza se non che essere tal deposito calcare più giovane de' nostri liassici e giura-liassici, e più antico del cretaceo superiore (*Schisti galestrini inferiori*, *Pietra forte* ec.), così tanto il mio amico Prof. Meneghini, quanto io, mentre conveniamo della possibilità che appartenga al sistema giurassico, non possiamo per anche ammettere come risoluta la relativa questione. Tutto ciò peraltro debbo dichiarare non referirsi che al deposito o al manto di calcaria grigio cupa superiore delle ellissoidi *Apuana*, *de' Monti Pisani*, *Montagnola Senese* ec., e non alla calcaria grigio cupa senza selce di *Grotta Arpaja*, ed altre analoghe località dei contorni del *Golfo della Spezia*, la qual calcaria, mentre nelle *Considerazioni* dal Prof. Meneghini e da me era considerata come della stessa epoca della grigio cupa con selce delle *Alpi Apuane* e *Monti Pisani*, adesso, in conseguenza delle interessanti osservazioni stratigrafi-che e paleontologiche fatte in quei terreni dal Prof. Cav. Ca-

(1) Vedi Murchison: *Memoria sulla struttura geologica delle Alpi, degli Apennini e dei Carpazi*, tradotta dai Prof. Savi e Meneghini. Firenze 1851.

pellini, e dal Prof. Cav. Igino Cocchi, noi pure conveniamo appartenere ad epoca molto più antica, e probabilmente a quella della calcaria grigio cupa senza selce *d'Avane*, *Val d'Asciano*, *Caprona* ec.

La massa calcaria, di cui ora si parla, dal lato S. O. dell'ellissoide forma, fra *Carrara* e *Massa*, il *Monte di Bergiola*: quindi, scendendo a S. E., trovasi costituire il poggio sul quale sta il Forte di *Massa*, quello del *Salto alla Cervia* presso *Montignoso*, il manto calcare che da *Pietrasanta* estendesi a *Capezzano*, come pure quello detto della *Cava del Gamba* presso alla estremità sud dell' ellissoide. Di là voltando a N. E., ascende alla *Culla*, forma il *M. Gabbari*, l'Alpe di *Farnocchia* e da questa, con un suo lembo che procede ad ovest, s'estende su i *Pizzi del Bottino* e termina nel *M. della Porta*. Altro lembo dall' *Alpe di Farnocchia* si continua per S. *Rocchino* nell' *Alpe di Pomezzana*, connettesi col *Procinto* e *Bambino*, volge poi a N., forma il *M. Forato*, quindi le montagne della *Petrosciana* e della gran *Pania*: dopo che, curvandosi a N. O., si continua con *Fatonero*, *Penna di Sumbra*, *Pisanino* e *Pizzo d'Uccello*, l' *Alpe di Monzone* ec. ed in fine, all' O. dell' ellissoide, essendosi piegata a S. S. O., forma le vette dell' *Alpe della Tecchia*, di dove, discendendo verso S. E., costituisce il *Monte di Gragnana*, che terminasi presso *Carrara*.

In conseguenza del modo particolare con cui si produsse questa ellissoide e che in seguito ancor meglio studieremo, le masse ora enumerate appartenenti a questa zona calcare, vanno aumentando d' altezza dalla foce del fiume *Serravezza* all' estremità S. E. dell' ellissoide; quindi nella sua curva che ne percorre il lato S. E., e più particolarmente poi in quella la quale volge a N. E., giacchè da questo lato sonovi le più elevate vette dell' intiero gruppo, come appunto è quella della *Pania* propriamente detta (che innalzasi sul mare 1860 metri), *Fatonero*, *Penna di Sumbra*, *Pisanino*, *Pizzo d' Uccello* (elevato metri 1874).

La grande altezza che hanno quelle varie masse del deposito calcare di cui si tratta, e che son poste nell' indicata zona periferica dell' ellissoide apuana, è dovuta, per alcuna di tali masse, alla ripiegatura in alto del lembo rotto

del deposito stesso, per la quale le sue stratificazioni furono cotanto raddrizzate da essere state condotte quasi alla posizione verticale: la gran Pania ci dà esempio di tal sollevamento; altre masse poi, come del *M. Gabbari*, *Alpe di S. Anna*, *Pania forata*, *Petrosciana* ec., la devono al sollevamento che subì l'intera serie de' sottostanti depositi; esternamente per altro alla indicata zona, ove le cause sollevatrici agirono con minore energia, trovasi in generale che il deposito stesso va gradatamente deprimendosi, per cui le sue stratificazioni, le quali hanno una forte inclinazione dall'interno all'esterno presso la detta zona, in ragione che se ne discostano, divengono sempre più pianeggianti. Varie sono le località ove questo fatto s'osserva, ma chiarissimo appare in quell'estesa porzione del deposito o manto di *calcaria grigia* che sta fra il segmento orientale dell'indicata zona di maggior sollevamento e la sponda del *Serchio* nel *Borghigiano*. Giacchè, mentre ne' monti che formano quel segmento di zona, e che chiudono ad E. e N. E. la *Valle della Versilia*, cioè nella *Pania forata*, nella *Petrosciana* ec. vedonsi gli strati di questa massa calcarea che con le loro testate tronche dal lato di O. N. O. costituiscono l'elevate vette de'monti stessi, dal lato opposto, estendendosi a N. E. o verso il *Serchio*, vanno nel discendere assumendo più dolce declivio, per cui presso la valle di questo fiume è leggerissima la obliquità delle testate degli strati dai quali costituiscono le alte e precipitose ripe delle profonde gole, nelle quali scorrono, a seconda dell'inclinazione del deposito, i due alpestri torrenti denominati l'uno la *Turrita Cava* e l'altro la *Turrita Galicano*.

Uno degli effetti del metamorfismo generale subito da questo deposito calcare si fu di renderlo friabile sotto l'azione degli agenti atmosferici ed anche erosibile dalle acque, per cui, quantunque si possa credere che in principio il corso de' due torrenti ora citati fosse tracciato da spacchi prodotti nell'atto del sollevamento dell'ellissoide, egli è evidente che la gran profondità e l'ampiezza attuale del letto de' torrenti stessi si deve allo sfacelo della massa calcare, attivato dalle erosioni delle acque. Percorrendo le selvagge, aspre

ma pittoresche gole ove scorrono le Turrite, chiara appare l'omogenea struttura di quel gran deposito calcare, negli strati del quale, ovunque ben distinguibili, vedesi abbondare il selce piromaco.

Quantunque, come ho detto, l'inclinazione del deposito della calcaria grigia sia diretto nel lato orientale dell'ellissoide verso E. N. E. o E. cioè verso l'esterno dell'ellissoide medesima, pure nel fondo o nell'alto della *Valle della Versilia* trovansi gli avanzi d'un lembo del manto stesso, i quali hanno inclinazione inversa; come se nell'atto del sollevamento fosse colà avvenuta, conseguentemente a pressione dal centro verso la periferia, una ondulazione in quella porzione del manto calcare, per cui fossevisi formato un anticlinale. Tali avanzi costituiscono le due singolarissime moli calcaree dette il *Procinto* ed il *Bambino*: moli subcilindriche, a fianchi quasi perpendicolari, con la parte superiore spianata, ma inclinata nella detta direzione, cioè verso O. S. O., come appunto lo sono gli strati dalla cui sovrapposizione quelle due masse calcaree si compongono. Egli è probabile che tali masse, cioè il *Bambino* ed il *Procinto*, primitivamente fossero fra loro continue o almeno più prossime, e che adesso si trovino cotanto distanti a causa delle energiche erosioni e sfaceli che avvennero e che avvengono tuttora ne' loro fianchi, come ci è attestato dagli immensi depositi di frammenti che ne cingono la base.

Tali sfaceli, de' quali anche sopra ho fatto parola, sono così frequenti ed abbondanti nelle masse della calcarea grigia delle Alpi Apuane, più o meno metamorfosata in calcaria cavernosa, da potersi a mio credere considerare come fenomeno in qualche modo di essa caratteristico; non le è peraltro esclusivo, riscontrandosi ancora in altre rocce esse pure molto metamorfosate, per esempio in varie masse della calcaria inferiore o salina (nelle pendici marmoree di *M. Calvi* presso *Campiglia*), ed anche in alcune degli schisti carboniferi paleozoici (nella *Valle d'Asciano* nel *Monte Pisano*). Lo sfacelo di cui si tratta dà luogo nelle masse della detta calcaria al distacco di frammenti angolosi il cui maggior diametro è d'ordinario da uno a tre pollici, i quali frammenti,

distaccati che sieno dalle imminenti pendici calcaree, caddendo e sgusciando gli uni sugli altri, ed ammassandosi e disponendosi a seconda delle leggi di gravità, produssero col trascorrere de' secoli quegl' immensi piani inclinati a ripida scarpata, privi di qualunque vegetazione, che volgarmente si dicono nelle Alpi Apuane *Ravaneti*, corruzione probabilmente del nome più giusto di *Rovineti*.

Terminerò di parlare di questo secondo gran deposito calcare notando come, nelle elevate montagne formate dalle sue testate verticali o quasi verticali, si trovino dei vasti spacchi anzi divaricazioni degli strati stessi, ampliati anche dalle erosioni prodotte dagli agenti ammosferici, nei quali s'ammassa in inverno gran quantità di neve, che là entro conservandosi ancora nella più calda stagione, costituiscono delle naturali nevaje, le quali son sorgente di considerevole guadagno a quei robusti e destri alpighiani, i quali, non curando nè fatica nè pericoli, vanno giornalmente a raccoglierla in quei profondi baratri (in varii dei quali conviene si faccian discendere attaccati ad una fune), e, caricatasela sul dorso, la trasportano nelle sottostanti vallate, per essere di là condotta alla vendita nelle prossime città popolose. È in quelle stesse grotte che i Granchi (*Pyrrhocoras pyrrhocoras*) fabbricano i loro nidi, ed è nelle superficiali fenditure delle rocce stesse, o nello scarso terriccio da cui a luoghi a luoghi son rivestite, che il botanico trova piante proprie a regioni molto diverse e lontane dalle nostre.

Terreni cretacei superiori, eocenici e miocenici.

Al di sopra poi della massa calcaria ora descritta avvia la serie di terreni che costituiscono quasi per intiero la zona più esterna dell' ellissoide, cioè gli schisti galestrini e le calcarie compatte o arenacee, appartenenti alla creta superiore, e poi più specialmente gli strati terziari della serie eocenica; giacchè sopra le nominate rocce cretacee si trovano a luogo a luogo i pochi e sottili strati costituenti la zona nummulitica, sulla quale riposa il macigno, che forma la massima parte de' monti più rilevati della zona stessa.

Dal lato N. O. di questa ellissoide, la porzione corrispondente di zona eocenica e cretacea superiore, che là costituisce il monte di *Fosdinovo*, sta immediatamente addossata alla *calcaria grigio-cupa con selce* dell' *Alpe della Tecchia*: ma, dal lato N. N. E. ed E., vi ha fra l' uno e l' altro terreno una più o meno ampia vallata, la quale al N. è limitata dal *Lucido* e dall' *Aulella*, al N. E. è percorsa dall' alto *Serchio* e circoscritta dai tronchi trasversali che quindi influiscono in questo fiume, ed al S. E. dal torrente di *Camajore*. Dal lato opposto poi de' nominati torrenti e fiumi, *Lucido*, *Aulella* e *Serchio*, si trovano gli umili monti di macigno della *Lunigiana* e di *Garfagnana*, quelli del *Borghigiano* e del *Lucchese*, i quali, occupando uno spazio o zona assai vasta, si congiungono a N. E. con quel tratto della gran *Catena Apenninica* che dalla *Cisa* continuasi fino alle sorgenti dell' *Ombrone Pistoiese*, la quale è sormontata dalle elevate cime dette *Alpe di Camporaghena*, di *Mommio*, di *S. Pellegrino*, *Rondinajo* ec. e che, per la sua posizione e per la predominante inclinazione a N. E. degli strati di macigno che la compongono, sembra rappresentare colà la zona più esterna dell' ellissoide apuana.

Egli è qui da notarsi ancora, riguardo all' ampia zona eocenica interposta fra quella di *calcaria grigio-cupa con selce* e l' alta catena apenninica, come ne' suoi rilievi apparisca meno netto e distinto il sollevamento ellisoidale; il che sembra si debba attribuire, non tanto alla distanza notevole in cui trovasi dallo spazio centrale ove ebbe luogo lo sforzo sollevatore, quanto alle potenti denudazioni a cui quei rilievi devono essere stati sottoposti dopo il loro sollevamento; giacchè, costituendosi d' argille schistose e d' arenaria macigno, di rocce cioè di debole compattezza e coesione, le loro eminenze devono essere state, con l' andar del tempo, notevolmente appianate e diminuite.

Finalmente resta da enumerarsi l' ultimo membro o l' ultima zona di questa ellissoide, cioè quella formata dal terreno miocenico carbonifero di *Caniparola*, addossato alla falda occidentale del Monte di *Fosdinovo*, il quale, compendosi di strati che hanno direzione ed inclinazione con-

cordante a quella delle rocce costituenti le più interne zone, è certo debba essere stato esso pure sottoposto all'azione del sollevamento che produsse quell' ellissoide.

*Studi per determinare i movimenti della scoria terrestre
che diedero origine all' ellissoide Apuana.*

Data così una sufficiente nozione della natura, disposizione e situazione dei depositi costituenti l' ellissoide Apuana, tornando a parlare dei fenomeni che si produssero, per effetto dei movimenti del suolo dai quali l' ellissoide stessa fu originata, farò di nuovo osservare come, in conseguenza delle spinte dal basso in alto effettuatesi nella direzione dell' asse maggiore, cioè N. O. S. E., fossero specialmente innalzate le stratificazioni a sinistra ed a destra; ma nel primo di essi lati, cioè nel sinistro e in quello di S. O., l' innalzamento fu in generale minore, e forse anche in appresso sostituito da sprofondamento nel lembo suo esterno (cioè in quello che immersesi sotto la spiaggia del mediterraneo): per cui, essendo rimasto prevalentemente sollevato il lato opposto o il N. E., esso è quello che costituisce le vette le più eminenti. In molti luoghi di tale ellissoide, non essendo stati uniformi i movimenti sofferti dai margini degli spacchi, questi spesso si spostarono e produssero le più decise e caratteristiche fallie, non solo semplici, come son quelle che diedero origine alle Valli della *Serra* e della *Versilia* (1), e che in seguito studieremo, ma ancora complicate dalla ripiegatura in alto d' una delle testate smosse, come le altre che s' osservano nel fondo della *Val della Serra* (2), alla base del *Monte Altissimo*, presso le sorgenti del *Frigido* ec. Essendo interessantissimo lo studio di quest' ultima specie di fallie, giacchè furono esse che originarono le più elevate e scoscese montagne dell' ellissoide, reputo opportuno farne conoscere la struttura con i convenienti particolari: e ciò spero ottenere descrivendo quella che osservasi presso la

(1) Tav. II, Fig. 5.

(2) Fig. 1.

sorgente del *Frigido* nella selvaggia valle di *Rasceto*. Scorre il nominato torrente veloce e limpidissimo in una lunga ed angusta valle chiusa fra alte ed aspre montagne, benchè tutte vestite di freschissime macchie e selve di castagni, ricche di coltivazioni e villaggi, essendo lo steaschisto, che ne forma le pendici, adattatissimo, come dissì, alla vegetazione. Ma il paese cambia ad un tratto d'aspetto quando si giunge presso al fondo della valle, o sulla linea ove esiste la fallia, e dove perciò si trovano in contatto i due diversi terreni. In quel punto, nel quale si passa dal terreno paleozoico, o del *Sasso morto*, a quello calcare, tanto nella val di *Rasceto*, quanto in alcune altre analoghe località dell'elisoide, avvi un restringimento nel canale ove scorre il torrente, oltrepassato il quale, entrasi in una specie d'anfiteatro o profonda valle semicircolare, formata di calcaria salina o ceroide o dolomitica, di color cenerognolo o bianco, attorno alla quale stanno imminentì le erte pareti delle stesse rocce calcaree, terminate da acute e frastagliate cime. Quelle immense moli calcaree risultano da grandissimi strati, i quali sorgono dal lato opposto a quello formato dalle testate steaschistose, e che, giunti a puntare contro queste testate, si piegano in alto, risalgono variamente, alcuni cotanto da terminarsi nelle più elevate cime di que' monti, spesso ripiegandosi in modo, non solo da divenir verticali, ma ancora da avere le loro sommità inclinate alcun poco all'indietro (come vedesi alla cima del *Morto*, nella valle del *Forno*).

Considerando tale struttura e disposizione degli strati calcarei, due importanti conseguenze se ne deducono: in primo luogo che, in quella parte dello spacco, non solo mancò qualunque divaricazione de' suoi lembi, ma di più che invece fuvvi nelle testate degli strati fratturati pressione laterale violenta, talchè le due opposte testate furono con immensa forza spinte l'una contro l'altra, per cui una di esse, in alcune località, fu ripiegata e fatta sollevare. In secondo luogo, che nell'effettuarsi dello spostamento o della fallia, mentre la testata degli strati di steaschisto si mantenne press'a poco nel primitivo piano, fu quella dei calcarei che dovette ripiegarsi: di fatto, l'immensa pressione ed il violen-

tissimo sfregamento avvenuto al contatto delle due rocce son fatti provati dallo stato particolare delle rocce stesse ne' piani di contatto: giacchè ivi si trovano quasi sempre metamorfosate nelle più strane maniere, cioè spesso ridotte in un' amalgama, che ora ha l' aspetto di *Gneis* ora di *Cipollino*, come particolarmente si vede nel fondo della *Val della Serra*, sui fianchi della base dell'*Altissimo* ec. E nel nominato anfiteatro dell'alto *Frígido*, in mezzo al quale sta nascosto il povero paese di *Rasceto*, il fenomeno di cui si parla è ancora chiaramente provato dal trovarsi che gli strati calcarei posti in prossimità della massa di talcischisto son maggiormente metamorfosati ed alterati degli altri, per cui presentano colore diverso, struttura in molti luoghi cavernosa e con cavità tappezzate di bei cristalletti dolomitici.

Altro effetto del particolar metamorfismo sofferto dalle masse calcaree in contatto con le testate di quelle steaschistose si fu una maggiore friabilità, o per dir meglio attitudine ad essere sfacelate e consunte dagli agenti esterni, per cui le superfici degli strati più prossimi alla foce del descritto anfiteatro, essendo state corrose, divennero fra loro distanti, e gli strati stessi o i loro ammassi furono da tali corrosioni ridotti di forme cotanto bizzarre da risvegliare l' idea di scenari teatrali, obelischi o statue colossali, mutilate o abbozzate. Colà, in quella profonda e nascosta valle, non vi sono che poche e rade piante alpine, le quali vegetano nelle fessure e connessioni degli strati e dei massi, sul margine delle acque, che abbondanti scaturiscono di mezzo ai banchi calcarei: acque freschissime e limpide, le quali derivano dalla fusione delle nevi penetrate ed ammassate nell'inverno entro ai grandi spacchi delle cime delle imminenti pendici marmoree. La luce particolare, prodotta dal riflesso di quelle pietre bianche, il suono dell'eco, del belare dei greggi, o dell' acuto e tremulo grido dei pastori alpighiani ripercosso dalle nude pendici, son fenomeni tutti particolari a quelle località, i quali col loro insieme vi formano un accordo strano e sorprendentissimo. Così che, unendo all' aspetto particolare e bizzarro di questi luoghi la singolarità dell' istantaneo passaggio in mezzo alle sterili

calcarie metamorfosate, dopo aver percorse le boscose ed amene gole di steaschisto, si è obbligati a riguardarli come siti interessantissimi, non solo per il geologo, ma ancora per il semplice amatore delle scene grandiose della natura.

Come ho già detto, analoghi effetti degli antichi sollevamenti e delle posteriori erosioni si trovano in varie altre delle prossime località, presso la base N. O. delle più elevate cime; così bellissimo si è l'altro anfiteatro marmoreo che incontrasi al fondo della *Valle della Serra*, sotto le pendici dell'*Altissimo*, ove, egualmente che in quello di *Rasceto*, scaturiscono acque perenni dalle fenditure interposte agli strati calcarei contorti quasi a sifone rovesciato. Son queste le acque della così detta *Polla*, primaria sorgente della *Serra*, le quali scaturiscono appunto di mezzo alla divaricazione della base di quegli strati marmorei che, inalzandosi verticali, formano le cime marmoree del *Monte Altissimo*. Ancora le *Polle del Frigido*, nel canale del *Forno*, hanno una simile origine nel fondo di quel seno calcare, a cui è imminente il *Sagro* e *Grondicci*.

Il principale effetto delle descritte fallie, cioè il singolare fenomeno dell'addossamento degli strati di steaschisto a quelli calcarei raddirizzati, cioè la loro diversa direzione, non solo si vede bene percorrendo il fondo di quelle gole e vallate, ma assai meglio si conosce riguardando questi medesimi siti dalla sommità di qualcuna delle alte circonvicine montagne: giacchè allora comprendesi in un sol colpo d'occhio tutto il sistema con cui son disposti i diversi strati di rocce. Così stando sul *Pizzo del Monte Sagro*, o anche meglio sotto di lui alle *Capanne del Forno*, e rimirando la giogaja formata dal *Monte Altissimo* e quella del *Monte Folgorito* o *Fragolito*, la quale dirigesi dal N. al S., chiaramente si vedono gli strati della porzione settentrionale di questa giogaja, che son calcarei e quasi verticali, e dai quali è formato *Monte Altissimo*, appoggiarsi sulle testate degli strati di steaschisto del *Folgorito*, che formano la parte meridionale della giogaja stessa, dolcemente emergendo da mezzogiorno a settentrione (1).

(1) Fig. 1.

Prima di scendere a parlare delle ordinarie fallie, a diverse delle quali debbonsi attribuire molti importanti fatti geologici ed orografici di quelle montagne, per farle ben comprendere, reputo necessario dare a conoscere un' altra qualità de' singolari fenomeni avvenuti in quell' ellissoide nell' atto in cui si produsse, cioè gli spostamenti o scivolamenti in senso orizzontale d'una o d' un'altra serie di quei terreni; in conseguenza de' quali scivolamenti si vedono in alcune località mancare ora l' uno ora l' altro de' membri della intiera serie, mentre che i membri stessi s' osservano a poca distanza in tutto il loro sviluppo. La sponda sinistra della *Versilia* (1) e la destra della *Serra* presso *Serravessa* (2) son le due località nelle quali io ho osservato più manifesti gl' indicati fenomeni. Siccome peraltro non è possibile formarsi una giusta idea, né delle fallie, né degli scivolamenti in discorso, e neppure è possibile convincersi della loro esistenza se non che conoscendo bene quei cambiamenti di forme litologiche a cui sono andati soggetti i varj terreni delle *Alpi Apuane*, e de' quali ho fatto parola in principio, così è indispensabile di premettere alla descrizione delle dette fallie e scivolamenti quella delle metamorfosi colà avvenute, in ispecie nella serie o zona degli *schisti varicolori*.

Come già feci notare, in molti dei nostri terreni, e specialmente in quelli che costituiscono i monti della catena metallifera, i cambiamenti prodotti dall' azione delle cause di metamorfismo nelle rocce che li compongono furono così notevoli e cotanto potenti da aver reso di niun valore per essi i caratteri litologici; e siccome tali terreni son quasi sempre privi anche di caratteri paleontologici, così, onde determinare con certezza la loro relativa età, o la corrispondenza con gli altri analoghi, l' unico mezzo che resta si è di valersi de' caratteri stratigrafici, cioè quello di cercare di conoscere esattamente la loro reciproca situazione. Di fatto, se noi ascendiamo al paese di *Stazzema*, e, senza por-

(1) Fig. 5.

(2) Fig. 5.

mente alle rocce circostanti, si esamina quell'arenaria della quale trovansi banchi sì grossi lungo la strada, giudicando dall'aspetto e struttura di quella roccia, non si può a meno di credere trovarsi sopra un terreno eocenico, tale è la somiglianza di detta roccia con l'ordinaria arenaria macigno. E poco distante di là, presso i paesetti di *Pruno* e di *Volegno*, esaminando le cave che vi sono, tanto di Ardesie o *Lavagne*, quanto di Pietra da forni, nelle prime credesi di vedere gli schisti ardesiaci eocenici del Genovesato (del paese di *Lavagna*), e nella seconda uno steaschisto noduloso del terreno paleozoico. Ma quando poi, studiando l'insieme dei terreni costituenti quei monti, ritrovasi che tutte quelle rocce polimorfe hanno per letto il calcare salino o infra liassico, e per tetto la calcaria grigia con selce, allora non si può a meno di restar convinti che le differenti apparenze litologiche ora descritte non han niun significato geologico, e che son tutte forme diverse degli schisti varicolori.

Ed un cambiamento o metamorfosi non meno sorprendente subirono, come già dissi, tutti gli schisti varicolori, i quali si trovano nel lato S. O. dell'ellissoide, cioè dal lato S. O. della *Brugiana*, fino a tutta *Val di Castello*, giacchè da quel lato assunsero forme e caratteri litologici cotanto simili a quelli degli steaschisti paleozoici che chiunque li osserva con quelli li confonde. E ciò è avvenuto fino al 1846, vale a dire fino a quando, con l'esatto e minuto studio dei nostri *Monti Pisani* e specialmente di quelli oltre Serchio, non fui giunto a chiaramente conoscere la costante caratteristica situazione degli schisti varicolori o a Possidonomie, fra i due nostri grandi depositi di calcarie, cioè sopra la salina o infraliassica, e sotto la grigia cupa con selce, e poter così determinare, in tutta la catena metallifera, la vera età di quegli schisti proteiformi, i quali erano stati fino allora per tutti i geologi causa di sì grande oscurità e di tanti equivoci. Ecco adunque come valendosi di questi dati, e come studiando nel modo che adesso esporrò l'estremità orientale dell'ellissoide Apuana, e la continuazione di questa nel suo lato di S. E., è agevole di convincersi che quegli schisti lucenti, nodulosi ec.,

i quali, incominciando dal dorso della *Brugiana*, s'estendono a *Solajo*, a *Ripa*, a *Corvaja*, e giungono fino nella parte alta di *Val di Castello*, nulla han di comune con gli schisti paleozoici cui tanto somigliano, e non sono che una semplice modificaione degli schisti varicolori.

Ho di già indicato che, nell'estremità orientale dell'ellissoide Apuana, presentasi, meglio che in qualunque altra parte, la serie completa e ben caratterizzata de' terreni da cui essa ellissoide si costituisce. Di fatto, la gran massa calcare che forma la *Petrosciana* e l'*Alpe di Pomezzana* (1), continuazione meridionale (nel senso della direzione del deposito) di quella che forma la *Gran Pania*, ed il cui dorso va ad immergersi al N. E. sotto gli schisti galestrini, le calcarie nummulitiche ed i macigni di Garfagnana, del Bargigiano e del Lucchese, corrisponde al calcare grigio cupo con selce dei Monti Pisani. Al di sotto di questa, vi ha la zona delle rocce schistose, le quali si presentano colà con le sopra descritte particolari e diversissime forme litologiche, cioè del pseudomacigno a *Stazzema*, delle ardesie a *Pruno* e *Volegno*, di steaschisto noduloso o pietra da forni al *Cardoso*: e tali rocce schistose poi si vedono chiaramente addossate alla calcaria salina o infraliassica, giacchè riposano sulla massa o zona medesima, la quale dalla *Corchia*, scendendo per *Montalto* e *Retignano*, apparisce presso al letto della *Versilia*, ed oltrepassato il *Ponte Stazzemese*, continuasi al S. sotto il *Monte di Stazzema*, per andare a perdersi, sotto la pendice sinistra del *Canale delle Molina*, in quella massa, nella parte inferiore della quale sono aperte le cave del bellissimo *Bardiglio fiorito*. Al di sotto finalmente di questo deposito inferiore calcare, si trovano, andando da E. ad O., gli strati degli schisti talcosi paleozoici, i quali, con stratificazione parallela a quella dei membri della serie precedentemente descritta, sorgono colà da E. ed han cioè le loro testate sollevate verso l'Ovest. Procedendo per la strada rotabile che dal *Ponte Stazzemese* va a *Serravezza*, andando cioè a seconda del corso del torrente *Versilia*, fino a *Rosina* si trova che, nei monti della riva destra ed in quelli

(1) Fig. 3.

della sinistra, si ha un'eguale struttura, tanto per la qualità dalle rocce, quanto per la direzione ed inclinazione degli strati. Giunti peraltro a *Rosina*, cambia tosto la inclinazione di tali strati, quantunque si mantengano della medesima ed identica specie di schisti. È a *Rosina* che apresi sulla destra l'amplia gola, nella quale scorrono riunite le acque che provengono dalla *Val del Giardino* e da quella di *Levigliani*; e presso *Rosina* vedesi che nella detta gola, mentre gli strati che stan dal lato di levante, o sulla sinistra del canale, hanno le loro testate che emergono verso O. o riguardando *Serravezza*, al contrario quelle della destra emergono verso E., cioè verso *Stazzema* (1). Lo stesso accade nella sponda sinistra della *Versilia*, giacchè nell'alpestre costiera interposta al canale di *Castagnola* ed a quel di *Gallena* (2) havvi egualmente il cambiamento d'inclinazione degli strati steaschistosi, cioè trovasi colà l'asse anticlinale de' medesimi; mentre a levante, o dalla parte del primo dei detti canali, gli strati emergono al solito verso O.; a ponente, o dalla parte del *Canal di Gallena*, emergono invece verso E. Ma da questo lato della *Versilia* non vi ha alcuno spacco o fenditura fra le testate degli strati steaschistosi nel piano ove cambiano d'inclinazione, ed anzi son colà fra loro più intimamente connessi, essendo insieme come impastati e massimamente ripiegati. È appunto in quel piano o presso di esso che si trovano i ricchi filoni di piombo argentifero, la cultura dei quali diede origine alla così detta *Miniera del Bottino*, aperta fino dai più remoti tempi, ed ora di nuovo lavorata con grande attività e vantaggio.

Continuando a discendere per la fresca ed amenissima strada che, ombreggiata dai castagneti, conduce a *Serravezza*, tanto nelle balze poste sulla destra, quanto in quelle poste alla sinistra, osservasi la successione degli strati di steaschisto immergenti a ponente; e, giunti che si è a *Val Ventosa*, quelli della riva sinistra si vedono immergere sotto alla grossa mole marmorea detta la *Costa del Palazzo* (3), la quale è compo-

(1) Fig. 3.

(2) Fig. 4.

(3) Fig. 4.

sta essa pure da distinti strati, che hanno direzione ed inclinazione perfettamente concordante con quella de' sottoposti schisti, e che estendesi con la sua spessezza, e perciò con la faccia sua superiore, quasi fino presso alla riva sinistra del torrente *Serravezza*, ove il suo dorso, nudo in tutta la parte superiore, verso il livello del suolo penetra sotto a degli schisti talcoso-quarzosi, che hanno stratificazione concordante con la stessa massa calcare, e che sorgono di sotto alla *Serravezza* di cui essi formano il letto e le sponde (1). La massa calcaria della *Costa del Palazzo*, della quale ora si parla, dal lato N. terminasi bruscamente a causa della rotura avvenuta nel senso della sua direzione, rottura che io credo essere stata prodotta dalla fallia che diede origine alla gola o *Valle della Serra*, la qual fallia, dopo aver percorso da N. a S. leggermente arcuata fino presso *Serravezza*, là con curva un poco più forte piega verso E. e continua nella *Valle della Versilia*. Dal lato opposto poi, o dal lato S., la detta massa calcaria della *Costa* si continua fino a *Vallecchia*, per quindi andare a scomparire immergendosi sotto al manto schistoso di *Capriglia*, del quale fra breve torneremo a parlare. Nella massa calcaria ora indicata, che è ovunque di notevole candore e d'una bella grana salina, vi sono attualmente aperte numerose cave di marmo, tanto nella parte sua settentrionale o in quella propriamente detta *Costa del Palazzo*, quanto nelle opposte di *Vallecchia* e *Ceragiola*. E siccome in generale si conservarono in quel calcare le giunture di stratificazione, per cui facilmente dividesi in lastre, così è principalmente adoperata per ridurla in *Marmette*, convenientemente tagliandole e quindi spianandole e lustrandole mediante i numerosi *Frulloni* o macchine a ciò destinate, mosse dai ricchi corsi d'acqua della *Versilia* e *Serravezza*.

Dopo aver così conosciuto, tanto la natura litologica di questo calcare, quanto la sua giacitura, ed aver constatato che esso è superiore agli steaschisti paleozoici, niuno potrà dubitare che non corrisponda alla calcaria salina con fossili

(1) Fig. 5.

bivalvi e turricolati del Monte Pisano, o all' infralias, e perciò che non sia quel calcare il quale è sottoposto alla serie degli schisti varicolori. Ciò essendo ne consegue che la serie di schisti pocanzi menzionati, che si è detto stare adagiati sopra alla sua base occidentale in stratificazione concordan- te, ed i quali, dopo aver formato il letto e le sponde del torrente *Serravezza*, vanno ad immergersi sotto quelli a loro precisamente analoghi delle scogliere di *Corvaja*, si dovranno considerare come i corrispondenti agli schisti varicolori o a Posidonomie de' *Monti Pisani*. Di fatto, siccome questi schisti di *Corvaja* si continuano o connettono con quelli di *Ripa* e della *Canala* (1) e, mediante questi, con quelli di *Strettoja*, i quali a lor volta immersansi sotto la massa di calcaria grigio-cupa con selce del *Salto alla Cervia* presso *Montignoso* (2), così non può dubitarsi, di quanto adesso ho asserito, cioè che tutta l' alta serie dei nominati schisti, interposti fra la calcaria infraliasca della *Costa del Palazzo* e quella grigia e cavernosa del *Salto alla Cervia*, non corrisponda- no, come dissi, agli schisti varicolori o giura liassici de' *Monti Pisani*, di *Stazzema*, *Pruno*, *Cardoso*, *Val di Mosceta* ec. — Ma, lo ripeto, è solo dopo aver constatato col metodo da me descrit- to e con la stratigrafia, la situazione di questi schisti relativamente alle due masse calcarie di età differente, che l' osser- vatore può persuadersi esser diversi fra loro gli schisti di *Corvaja* e quelli di *Val Ventosa*, giacchè per i caratteri li- tologici son perfettamente identici.

Forse di soverchio mi son trattenuto a descrivere per mi- nuto tutte le precedenti particolarità; per altro non credei po- termene dispensare, giacchè solo dalla piena conoscenza di esse si può avere la chiave per giungere a comprendere la complica- ta struttura di questa interessantissima ellisoide, ed è possibile render ragione di numerosi fatti, i quali altrimenti restereb- bero incomprensibili. Fra questi i più importanti, e sui quali reputo conveniente richiamare l' attenzione, sono quegli sgu- sciamenti presentatichi dalla massa marmorea di *Trambiserra*,

(1) Fig. 5.

(2) Fig. 4.

e l'anormale sovrapposizione della massa di calcaria grigia del *Monte della Porta* agli schisti paleozoici della sponda sinistra della *Versilia*.

Quando, scendendo da *Levigiani* per la strada di *Canzole*, si riguarda, verso il Sud, la sommità dell'erta costiera posta alla sinistra della *Versilia*, nella quale è nascosta la miniera del *Bottino*, si vede riposare sopra le testate degli schisti paleozoici, che costituiscono la costiera stessa (1), una gran massa calcare allungata (quella che costituisce il *Monte della Porta*), la cui stratificazione, essendo diretta quasi E. O., è perfettamente contrastante con la stratificazione dei sottostanti schisti. Ora, siccome detta massa calcaria, la quale, sorgendo dall'alta *Val di Castello*, s'affaccia con la sua testata N. alla *Valle della Versilia*, è in continuazione verso Levante col gran manto calcare che, estendendosi per *S. Rocchino*, *Alpe di Farnocchia*, di *Pomezanno*, si connette col *Monte Forato*, *Petrosciana*, *Pania ec.*, e che, mediante le masse calcaree di *Val di Castello* e *Capezzano*, legasi con l'altra posta alle spalle della città di *Pietrasanta* (2), così egli è agevole il riconoscerla come corrispondente alla *calcaria grigio cupa con selce de' Monti Pisani*, cioè esser quella che sta sovrapposta alla massa degli schisti varicolori, i quali di fatto si trovano a lei sottostanti in *Val di Castello*, al N. di *Capezzano*. Egli è certo adunque che l'appoggiarsi direttamente della massa calcaria costituente il *Monte della Porta* sugli schisti paleozoici proviene dal mancare colà due intieri membri della serie, cioè quello degli schisti varicolori, e quello della calcaria salina: e siccome questa mancanza, a mio credere, non si può attribuire, né a denudazioni, né al non essersi effettuato in quel sito il deposito di detti due membri della serie, giacchè questi si trovano con tutto il loro sviluppo a piccolissima distanza (la calcaria salina, nel quasi contiguo *Monte della Costa*, alla *Cappella*, alla *Corchia*; gli schisti varicolori, a *Corvaja*, ed in tutta la sponda destra della *Serra*, non che

(1) Fig. 5.

(2) Fig. 6.

in *Val di Castello*), perciò io penso che l'indicato fenomeno si debba ritenere come effetto degli sgusciamenti avvenuti ne' terreni stessi, nell'atto in cui si sollevò quella porzione di scorza terrestre, originando l'ellissoide Apuana. E ciò è confermato dall'importante fatto dal trovarsi esser situata questa anormale disposizione di depositi appunto sull'intersezione delle fratture in ambo le direzioni, giacchè in quel sito, oltre ad esservi la frattura lungo l'asse maggiore o longitudinale, nella cui direzione percorre quasi la *Versilia*, vi ha ancora la trasversale, che aprì alla destra di questo torrente, la gola posta fra *Basati* e *Retignano*, ed a sinistra originò l'anticlinale, che nel *Monte di Gallena* presentano gli steaschisti del terreno paleozoico.

Per far conoscere adesso l'altro fenomeno sopra citato che io attribuisco a sgusciamiento, vale a dire quello relativo alla massa marmorea di *Trambiserra*, è necessario che incominci dal dare una idea della struttura della *Val della Serra*, in uno dei fianchi della quale tal massa è situata.

Nello stesso modo con cui il torrente *Versilia* scorre in un lungo spacco dell'ellissoide, diretto da levante a ponente, così quello invece della *Serra* scorre in altro, che va da N. a S., e questi due torrenti, come si è visto, dopo essersi congiunti insieme presso al paese di *Serravezza*, danno origine al fiume di questo stesso nome, il quale esce di mezzo a quelle interne profonde vallate dell'ellissoide, passando per la ristretta gola dominata a sinistra dalle scogliere di *Corvaja*, alla destra dalla falda del *Monte della Costa*.

Scorre il torrente *Serra* in una angusta valle incavata nella direzione di strati per la massima parte steaschistosi, ed ha la sua origine presso la *Polla*, cioè presso la ricca sorgente che sgorga, come dissi, da una fenditura dell'immensa parete marmorea del *Monte Altissimo*, la quale, con direzione da E. S. E. ad O. N. O., chiude trasversalmente la valle stessa. La foce o imbocco di questa valle, presso *Serravezza*, si forma nella sua sponda destra da strati di steaschisti che sono evidentemente la continuazione di quelli della prossima *Corvaja*, giacchè non solo ne hanno eguale la struttura litologica, una medesima direzione ed inclinazione, ma si ve-

de esser con essi connessi; e nella sponda sinistra da altri, i quali, essendo paralleli agli indicati, hanno ancora direzione ed inclinazione analoga a quelli che stanno sotto la massa marmorea del *Monte della Costa* (1). In conseguenza di che, siccome tali masse schistose per tutta l'estensione della valle conservano la medesima direzione, mentre il lato della valle stessa che è bagnato dalla sponda destra del torrente, o che guarda a levante, si forma dalle testate rotte dei nominati strati di steaschisti (i quali col loro prolungamento s'immergono sotto agli esterni monti dell'ellissoide), così il lato opposto, o quello della sponda sinistra che guarda ponente, si compone invece del dorso degli strati costituenti il *Monte d'Azzano*, le testate de' quali compariscono dall'altro lato del monte stesso, cioè nella pendice destra della *Val del Giardino*. Per altro, nè l'una, nè l'altra di dette pendici sono ovunque formate da sole zone schistose, ma in ambo vi ha una gran massa calcarea: cioè quella della *Cappella* o di *Fabiano* nella sponda sinistra, e quella di *Trambiserra* nella destra.

La massa calcarea della *Cappella* sta adunque appoggiata sulla serie degli strati steaschistosi del monte che separa la *Val della Serra* da quella del *Giardino*, ed ha la stessa inclinazione e direzione di questi (2). Il marmo di cui resulta, e del quale da tempo molto remoto si fanno grandiose escavazioni, non è un perfetto statuario, avendo di questo grana meno saccaroide, pasta più compatta, candore interrotto da vene o sfumature leggermente cineree: esso è adunque di quella varietà adattatissima per tutti i lavori ornamentali ed architettonici. La massa calcarea poi di *Trambiserra* o quella che sta nell'opposta pendice, ed un poco più al N., quantunque per i caratteri litologici sia identica a quella della *Cappella*, ha per altro una situazione del tutto diversa. Essa è della forma d'una immensa mandorla o di una ellissoide molto compressa, ad estremità acute; ha situazione orizzontale, stando inclusa a metà dell'altezza di

(1) Fig. 2.

(2) Fig. 3.

quella pendice, framezzo agli strati degli steaschisti i quali, superiormente curvandosi in alto, inferiormente in basso, ne seguono il contorno e perfettamente la cingono (1).

Ora, non potendosi dubitare che la serie degli strati di steaschisto, che compongono il monte posto a levante della *Val della Serra* e sul quale stanno i paesi di *Fabiano*, *Azzano*, *Basati*, non sieno una continuazione degli strati sottoposti alla calcare salina della *Costa del Palazzo*, egli è certo che tali strati steaschistosi fan parte del sistema paleozoico; e ciò è d'altronde dimostrato ancora dalla loro corrispondenza in situazione anticlinale con quelli del *Monte di Retignano* (2), che, come dimostrammo, stanno sotto alla calcaria infra liassica del lato orientale dell'ellissoide, cioè a quella di *Le-vigliani*, delle *Svolte*, *Monte Ornato* ec. Di modo che, ciò stabilito, ne consegue essere egualmente certo che la massa calcaria della *Cappella* devesi considerare e per età e per natura perfettamente analogia a quella della *Costa del Palazzo*, come lo indicano ancora i suoi caratteri litologici: ed anzi è probabile ancora che le dette due masse fossero primitivamente fra loro unite, come lo dà a credere la corrispondenza di situazione.

Ma quanto riesce agevole di conoscere e determinare mediante i dati stratigrafici, la natura e l'età della calcaria della *Cappella*, di comprendere cioè la struttura geologica del monte che è fra la *Val della Serra* e quella del *Giardino*, altrettanto era difficile di formarsi un'idea giusta di quella della pendice da cui è chiusa a ponente la valle stessa, e specialmente della massa calcarea di *Trambiserra* incastonata framezzo agli strati steaschistosi di cui componesi la detta pendice. Per lo che, quantunque molte e molte volte io avessi attentamente studiata quella costiera, fu solo dopo essermi persuaso del niente valore dei caratteri litologici relativamente alla distinzione degli schisti paleozoici dai giuraliassici, e dopo ayere, nel 1850, acquistata la certezza di dover riferire a quest'ultima serie quelli di *Ripa* e *Corvaja* che, studiando insieme al mio amico Prof. Meneghini, la singolarissima valle

(1) Fig. 4.

(2) Fig. 3.

della *Serra*, potemmo formarci, sulla struttura della sua sponda destra, quel criterio che succintamente accennammo nell'opuscolo intitolato *Considerazioni* (1); e che ancora nei consecutivi studj, essendomi sembrato il più giusto d'ogni altro per spiegare quel singolar fenomeno, reputo utile di sviluppare adesso con qualche minutezza.

Se facendo astrazione dalle porzioni della pendice della sponda destra della *Val della Serra* (2), le quali restano al N. ed al S. della massa calcarea di *Trambiserra*, si considera la sola parte della sponda stessa in cui vi stà inclusa quella calcaria, siccome per la sua natura litologica essa è identica a quella della *Cappella* e di molte altre masse appartenenti alla serie infraliassica, basandosi su i dati stratigrafici, agevole sarà il determinare l'età delle due masse di rocce schistose dalle quali è messa in mezzo, l'una ricoprendola, l'altra essendole sottoposta (3), giacchè quest'ultima o l'inferiore dovremo riferirla agli steaschisti paleozoici, l'altra o la superiore a quelli giura liassici, o agli schisti varicolori. E, riguardo alla giustezza di quest'ultima determinazione, è agevole il convincersene, osservando che la massa steaschistica di cui si parla non è come già ho detto che la continuazione di quella degli steaschisti di *Corvaja* e della *Canala* (4), i quali si è con ogni certezza stabilito appartenere appunto agli *Schisti varicolori*. Riguardo poi alla massa dei sottostanti, che, considerati circa al loro rapporto col calcare di *Trambiserra*, debbonsi ritenere per paleozoici, vi si opporrebbe il fatto del comparire, essi per la situazione e per la direzione che hanno, come superiori alla massa calcarea della *Cappella*, la qual massa apparisce andare ad immergersi sotto di loro: e se ciò fosse, anche gli schisti inferiori al calcare di *Trambiserra* converrebbe considerarli come schisti varicolori o giuraliassici; ma, siccome in niuna delle circostanti località ove i limiti degli schisti varicolori son chiaramente determinati, cioè nè all'E. nè al S. di quella parte dell'ellissoide, trovia-

(1) Fig. 2.

(2) Pag. 234.

(3) Fig. 2.

(4) Fig. 1. e 2.

mo che la loro massa raggiunga giammai una così grande altezza come quella che con l'esposta supposizione aver dovrebbero presso *Trambiserra*: e siccome in nian luogo troviamo incluso in mezzo degli schisti stessi masse isolate di calcare salino, analoghe a quelle di *Trambiserra*, così conviene ammettere che gli steaschisti sottostanti alla medesima sieno realmente schisti paleozoici, perciò analoghi allo schisto sottostante alla calcaria della *Cappella*; e che fu solo in conseguenza d'una *fallia* effettuata al di sotto e nella direzione del torrente *Serra* (1), allorquando si produsse l'ellissoide, che avvenne quello spostamento, a causa del quale, nella sponda destra di detto torrente, le testate degli schisti paleozoici rimasero in un piano più elevato che nella sponda sinistra. Riguardo a detta fallia è opportuno il ripetere non essere a mio credere che la continuazione occidentale di quella esistente al fondo delle valle della *Versilia*. E questa mia opinione è confermata dal vedersi che questa gran fallia arcuata, da me ammessa, trovasi in posizione periferica al centro di sollevamento della secondaria ellissoide del *Serravezzino*, centro che sembra doversi porre fra il *Canal del Giardino* e quello di *Le vigliani*, cioè sotto la gran montagna sulla quale riposa la massa marmorea della *Corchia*.

Tuttociò ammesso, per avere la completa spiegazione del fenomeno di *Trambiserra*, resta ad intendere la ristrettezza o limitazione di questa massa di calcaria salina, e la ragione per la quale nel lato destro del torrente, tanto al N. quanto al S. della detta massa calcaria, le due serie di schisti, cioè gl' inferiori o paleozoici ed i superiori giura liassici, sono a perfetto contatto fra loro. Ciò a mio credere spiegasi nel modo il più plausibile ammettendo che nell' atto nel quale avvenne il primario sollevamento di tutta quella porzione di scorza terrestre, sollevamento che fu la causa primaria di quell' ellissoide, avvenisse ancora nelle tre serie di terreni (cioè inferiore schistoso o paleozoico, medio calcare o infra liassico, e superiore schistoso o degli schisti varicolori) un non uniforme movimento in senso orizzontale, in

(1) *Fig. 2. a. a.*

conseguenza del quale la serie media, o il manto di calcaria salina, essendo in modo irregolare maggiormente disceso o scivolato, di esso non ne restasse in posto che quella piccola porzione o lembo da cui adesso costituiscesi *Trambiserra*; talchè, ritirata e scomparsa la massa stessa in tutte le restanti prossime porzioni, le due serie di schisti, cioè i superiori varicolori e gl' inferiori paleozoici, venissero a perfetto contatto. L' aver riconosciuti gli effetti d' analoghe rotture e d' un simile scivolamento nella serie o manto calcare superiore (del corrispondente cioè al grigio cupo con selce) della sponda sinistra della *Versilia* autorizzaci certamente ad ammettere l' esposta teoria.

*Idee teoretiche per spiegare la formazione
dell' ellissoide Apuana.*

Quanto ho esposto fin qui riguardo alle Alpi Apuane, cioè il risultato de' miei lunghi studj in quelle interessantissime montagne, non è al certo sufficiente a farle conoscere completamente ed in tutta la loro estensione, restandone ancora molte parti che da me non furono vedute, o solo vedute di passaggio, ed in epoca nella quale, per esser la geologia del nostro paese non solo involta in profonde tenebre ma ancora resa più difficile da idee erronee, era quasi impossibile che io potessi giudicarrettamente tutto quanto vedeva. Nonostante da quel che ho esposto sul Pietrasantino, Seravezzino e Massetano, che son le parti da me studiate con più dettaglio, e da quanto ho detto in generale sulle rimanenti porzioni, che vidi di passaggio e nel loro insieme, sembrami resulti chiaro quale è la struttura dell' intiera ellissoide; e di più che s' abbiano dati tali da potersi formare un' idea molto plausibile riguardo al modo della sua produzione. Per altro, siccome il primario oggetto de' miei precedenti scritti sulle Alpi Apuane fu quello di determinare il più giustamente che da me si potè la relativa età delle diverse serie di strati, d' indicare e provare i metamorfismi ed i movimenti ai quali erano stati soggetti i differenti terreni di quelle montagne, riguardo al modo

della produzione delle medesime, o alla relativa teoria, nulla ne dissi, se eccettuasi per altro l'asserzione emessa dal Prof. Meneghini e da me nelle *Considerazioni* sulla qualità del sollevamento che le produsse, cioè che questo fosse stato un vero sollevamento a cupola, cagionato da una qualche espansione avvenuta al di sotto di esse. Non osammo per altro d'emettere alcuna opinione sulla natura della materia che fu causa di tale espansione. Più ardito fu il D. C. Puggard, geologo svedese, il quale, avendo visitate e studiate le Alpi Apuane ed i Monti Pisani, dopo aver conosciuta la mia maniera di pensare riguardo alla struttura di quei due gruppi di monti, ed avendo adottate le idee da me esposte riguardo alla struttura dei medesimi ed alle cause dei singolari spostamenti che vi si osservano, nella memoria: *Sur les calcaires platonisés des Alpes Apuénas et du M. Pisano*, da lui pubblicata nel *Bull. de la Soc. géologique de France*, (Ann. 1859-60. pag. 199.), espone la seguente teoria, certamente assai ingegnosa, ed a mio credere molto plausibile, giacchè con essa trovò modo di rendersi ragione del maggior numero dei fatti presentati dalle dette montagne.

Ammette con noi il Puggard che l'ellissoide Apuana debba la sua origine ad un sollevamento a cupola. E ciò, nella mia maniera di vedere, non può in nien modo impugnarsi per alcuna delle ellissoidi della catena metallifera: 1.^o dimostrandolo la struttura delle ellissoidi stesse, nelle quali la disposizione in zone concentriche presentataci da quei vari terreni raddirizzati non potè essere prodotta da alcun'altra specie di sollevamento; e 2.^o egualmente provandolo il fatto singolare delle rotture e delle grandi interruzioni di continuità cotanto frequenti ed estese che ci presenta il manto o deposito calcare superiore, cioè della calcaria grigia, spesso con selce o cavernosa, ed in alcune località ancora l'inferiore, o quello della salina: mentre le due serie schistose si mantengono molto più intiere e continue, e per conseguenza d'estensione maggiore. Giacchè, se realmente la primitiva produzione dell'ellissoide ebbe luogo in conseguenza d'un sollevamento a cupola, prodotto cioè da un rigonfiamento d'un determinato perimetro di terreno, egli è conseguente che le varie serie degli strati com-

presi in quel perimetro e nel modo indicato sollevate o rigonfiate (cioè di piani i quali prima erano fattisi convessi), dovessero, onde prender questa forma, acquistare ancora una estensione maggiore di quella che prima avevano. E siccome le serie schistose, le quali, risultando da strati formati di lame o foglietti sovrapposti e fra loro incastrati, erano al certo più estensibili non che più flessibili delle contigue serie calcaree, risultanti da masse compatte, così, nell'atto della produzione della cupola, le seconde o le calcaree si dovettero rompere in molti brani, mentre le schistose continuavano ad estendersi; e, ciò essendo, non potè a meno che restassero delle interruzioni fra i diversi brani o pezzi delle dette masse calcaree: le quali interruzioni, specialmente quelle della massa calcarea superiore, dovettero con l'andar del tempo essersi notevolmente ampliate, conseguentemente alle erosioni prodotte ne' brani stessi dagli agenti ammosferici. Ora tal fenomeno, come si è visto, presentasi quasi ovunque nel deposito o nella massa superiore calcare, tanto ne' monti delle *Alpi Apuane* (dietro *Pietrasanta*, in *Val di Castello*, Monti di *Strettoja* ec.) quanto in quelli di Pisa (*Monte maggiore*, delle *Molina*, *Corliano* ec.): e ne' primi, si mostra egualmente nel deposito calcare inferiore o salino: per cui, come ho detto, il fenomeno stesso è una prova del sollevamento a cupola, giacchè solo ammettendo tale specie di sollevamento, si può trovar modo di rendersene ragione.

Il Puggard, oltre ad ammettere il sollevamento a cupola, ammette ancora che questo fosse causato da gassi e vapori sviluppatisi dalle viscere della terra e raccoltisi sotto quella estensione di suolo ove sì formò l'ellissoide, i quali gassi con irresistibile forza d'espansione l'avrebbero fatto rigonfiare o *sgalizzare*. Ciò posto, fa osservare ancora il Puggard che per effettuarsi un tal sollevamento si dovette produrre nella serie di strati sollevati quell'espansione o estensione di cui qui sopra ho parlato: ma siccome l'attitudine ad estendersi, non potè essere molto notevole (neppure negli schistosi) e dovette aver limiti assai ristretti, così, allorquando detta espansione oltrepassò que' limiti, necessariamente dovette conseguire la rottura della scorza sollevata, e quindi l'immediato sprin-

gionarsi dei gassi e vapori che racchiudeva, e che erano stati causa dell' indicato sollevamento. Cessata così l' azione di quella forza espansiva, mancò conseguentemente l' appoggio alla porzione di scorrta terrestre precedentemente sollevata, per cui questa, risentendo ad un tratto l'effetto della gravità, il quale fino d' allora era stato vinto od equilibrato dall' elaterio dei gassi, si dovette rompere in più luoghi e ricadere in pezzi su quella sottostante parte di scorrta terrestre, che prima formava il fondo del vacuo ove si era raccolta la massa dei gassi o vapori, causa del sollevamento. Ma, come si è notato, una delle conseguenze del sollevamento stesso doveva essere stata l'espansione o l' aumento d' estensione della scorrta sollevata, per cui questa, cadendo, non potè ritrovare il suo letto, o riprendere la primitiva posizione, se non che piegandosi o rompendosi, ed i frammenti accavallandosi, ed anche, ove questi restavano con le loro testate in contrasto, comprimendosi lateralmente. Ed ecco come, secondo l' ipotesi del Puggard, si sarebbero formate le fallie e le piegature degli strati, il rimbocco delle loro testate ed il raddirizzarsi ed anche il rivoltarsi di varie porzioni di queste.

Quel che ha di più originale e pregevole questa teoria del Puggard si è adunque l' ammettere come causa del sollevamento la forza d' espansione esercitata da' gassi anzi che da rocce fuse: giacchè con questa ipotesi spiegasi bene il fatto poc' anzi accennato della costante mancanza nelle ellissoidi della catena metallifera di qualunque delle rocce plutoniche le quali altrove furono la causa di simili sollevamenti, come delle granitiche, porfiriche ec. Oltre a ciò, questa teoria è raccomandata ancora dal trovarsi che vari di quei fenomeni i quali si possono spiegare, tanto ammettendo come causa del sollevamento a cupola l' elaterio di gassi, quanto la pressione di rocce fuse, egli è certo che con la prima meglio si spiegano che con la seconda. Tale è appunto quello dei raddirizzamenti e quasi rovesciamenti d' alcune testate della serie calcarea inferiore o salina, come quelle che formano l' *Altissimo*, la *Tambura* ec., ed anche della superiore, da cui resulta la *Pania*. Giacchè, essendo certo non potersi attribuire simili raddrizzamenti altro che ad una pressione laterale esercitata, prima contro le testate delle masse calcaree,

poi contro la faccia inferiore di dette masse, dopo che esse avevan di già incominciato a ripiegarsi in alto, la più probabile causa di questa pressione può trovarsi in quella spinta che esercitar dovettero l'una contro l'altra le opposte testate degli strati precedentemente distesi per effetto del rigonfiamento; spinta che si è visto dover essersi prodotta allorquando, mancato l'appoggio alla volta, perchè rottosi, i suoi frammenti, obbedendo alla forza di gravità, furono condotti a rioccupare il minore spazio dal quale prima erano stati sollevati. Ora egli è certo che la distensione di cui si parla potè essere in egual modo prodotta tanto dalla pressione de' gassi, quanto da quella di rocce fuse; ma, siccome egli è certo egualmente che quella mancanza di resistenza o di spinta verticale occorrente a permettere il ritorno in basso o la rovina delle masse già sollevate ed estese, a dar luogo cioè al fenomeno che, secondo l'esposta teoria, fù causa delle fallie, de' ripiegamenti ec., doveva effettuarsi con più celerità, e per ciò originando più energici effetti dinamici, se prodotto dallo sprigionamento de' gassi, anzi che dalla dispersione di materie fuse, così, anche per tal motivo, siamo condotti a preferire la prima di queste ipotesi alla seconda, la quale d'altronde è resa improbabile, come già vedemmo, dal non trovarsi in quelle montagne nessuna delle varie rocce plutoniche, che ne sarebber dovute provenire dal loro raffreddamento.

L'esposta teoria del Puggard, con la quale s'ammette per causa primaria del sollevamento delle Alpi Apuane la forza espansiva de' gassi, teoria che troverà al certo favore in tutti coloro che ebbero occasione di vedere fenomeni simili, presentati dalle lave eruttate dagli attuali vulcani, ed anche da chi osservò quelli, ma infinitamente minori, che ci presentano nel loro raffreddamento le masse fuse delle scorie dei forni metallurgici, è adunque a mio credere, nello stato attuale delle nostre cognizioni su dette montagne, assai adatta a darci ragione di gran numero de' singolari fatti stratigrafici che vi si osservano. Talchè, siccome io reputo utile in qualunque ricerca di scienze naturali, onde facilitare il ritrovamento del vero, di formarsi, quando si può, un concetto atto a spiegare i fenomeni che si studiano, se non foss' altro per collegare i fatti raccolti, ad adottare cioè una qualche teoria (essendo sempre

per altro pronti ad abbandonarla o a modificarla se i risultati di nuovi studi ne mostrino il bisogno), così io propongo d'accettar per adesso quella del geologo Svedese qui sopra esposta, in quanto concerne la causa del sollevamento a cupola, non che delle fallie e raddirizzamenti di strati. E, siccome ciò facendo ed unendo a tali idee teoretiche quelle altre che io dedussi dall'insieme de' fatti riscontrati, tanto nell'ellissoide Apuana, quanto nelle altre, ne emerge una teoria generale assai plausibile sulle cause dei primari grandi fenomeni che presentano dette ellisoidi, e sull'ordine nel quale questi fenomeni si succedettero, per ciò reputo opportuno di chiudere questi studi delle Alpi Apuane con esporne la teoria medesima.

Egli è certo che le ellisoidi della nostra catena metallifera acquistarono le forme e la struttura attuale, non per effetto d'un sol fenomeno, bensì di diversi, i quali avvennero in altrettanti periodi, che si succedettero in un considerevole spazio di tempo.

Primieramente, secondo la mia maniera di vedere, per effetto di potenti e vaste cause plutoniche, avrebbero avuto luogo le metamorfosi generali di quei terreni che ne costituiscono i monti, non solo nei limitati spazi ora occupati dalle ellisoidi, ma in molto più vasti, forse anche nell'intiera regione per la quale percorre la catena metallifera; e nell'epoca stessa, e conseguentemente dallo stesso fenomeno, sarebbonsi prodotti i filoni e le dighe metallifere che vi s'incontrano.

Parlando in questo ed in precedenti scritti della serie inferiore calcarea, non che dei sottostanti schisti paleozoici, ho già dato cenno del metamorfismo generale, che, quantunque ove maggiore ove minore, pure ovunque si riscontra in quei terreni, come egualmente si riscontra nei più recenti o superiori, fino agli eocenici. Ora, essendo certo che tal metamorfismo non si può riguardare come conseguenza di parziali e locali cause modificatrici, ex. gr. le iniezioni in filoni o dighe di rocce plutoniche litoidee o metalliche, il passaggio de' gassi, vapori, acque ec. (giacchè questo metamorfismo riscontrasi ancora ove non esiste alcun indizio di tali cause modificatrici), per ciò conviene andare a rintracciarne la causa in azioni più generali e più vaste. E queste cause, a mio credere, potrebbero essere

state o l'azione del calor centrale della terra e degli altri agenti imponderabili, esercitatasi direttamente in detta regione, conseguentemente a spacchi, contorsioni ec., oppure l'espansione di rocce plutoniche avvenuta al di sotto di tutto il terreno modificato; la quale espansione per altro, essendo rimasta imprigionata a grande profondità fra gli strati della scoria terrestre, non potè manifestare la sua presenza che con i vari gradi di metamorfismo da essa indotto nei soprastanti terreni.

Si è veduto esser frequentissima la presenza di depositi o *giacimenti* metalliferi (filoni listati e dighe iniettate, contenenti Ferro, Piombo, Argento, Antimonio, Zinco, Mercurio, ec.) nell'interno dei detti terreni modificati: e siccome trovasi che, al contatto di detti giacimenti, le modificazioni o il metamorfismo delle rocce incassanti è molto maggiore e più completo che a distanza dai giacimenti stessi (1), così deve sene dedurre che queste parziali cause di metamorfismo agirono posteriormente a quelle dalle quali furono prodotti i metamorfismi generali, qui sopra indicati; o in altri termini che la comparsa dei detti filoni e dighe metallifere fu posteriore alle metamorfosi generali, le quali produssero gli schisti cristallini, i calcari saccaroidi, ceroidi ec.

Dopo ciò, considerando esser certo che, tanto i metamorfismi generali, quanto la comparsa di filoni metalliferi e dighe ferree, son fenomeni anteriori alla produzione delle fallie, raddrizzamenti e rovesciamenti sopra descritti, giacchè e filoni e dighe e rocce metamorfiche percorse da questi filoni e dighe si trovano sempre esse pure rotte e spostate, così dovremo arguirne quanto ho asserito in principio di questo paragrafo, cioè che, in precedenza ai sollevamenti delle varie ellisoidi, ebbero luogo quei preliminari grandiosi fenomeni di metamorfismo generale che ho adesso indicati.

Lo sviluppo o comparsa dei gassi e vapori, ammesso dal Puggard, avrebbe avuto luogo adunque dopo le indicate me-

(1) Ciò apparisce evidente specialmente per i filoni ferrei, i quali furono certamente i più potenti, come sono i più abbondanti, e che originarono i mischi, le anfiboliti, le masse otrelitiche (i così detti *Zucchi del Bronzo*).

tamorfosi generali, e dopo le iniezioni delle dighe, filoni, ec. I materiali di tali iniezioni può supporsi, ma non provarsi, che sorgessero dalle regioni ove s'originarono o agirono le cause plutoniche degli indicati metamorfismi generali; ed egualmente dalle stesse regioni può credersi s'emanassero quei gassi e vapori, che, col loro elaterio, avrebbero prodotto il rigonfiamento a cupola o *sgaluzzamento* della soprapposta scoria terrestre, ammesso dal Puggard: effetto del quale rigonfiamento dovette essere, prima il dare una maggiore distensione alla porzione di scoria terrestre sollevata a cupola, quindi lo strappo o rottura della medesima. Una volta effettuatisi tal rottura e, per conseguenza, sprigionatisi e dissipatisi i fluidi elasticci che con la loro pressione avevan prodotta la volta o cupola, questa dovette ricadere fratturata e divisa in molti brani, dando origine, non solo alle varie fallie e sgusciamenti, ma ancora ai sorprendenti raddrizzamenti di strati caratteristici specialmente dell'ellissoide Apuana. Qui per altro debbo notare come, invece d'ammettere col Puggard, che un unico sollevamento anzi rigonfiamento fosse la causa dell'ellissoide Apuana, sembrami più giusto l'ammettere che essa sia il prodotto di tre distinti di tali rigonfiamenti: e questo, non solo per la difficoltà di comprendere come, per effetto della espansione di fluidi elasticci, potesse essersi sollevata una cupola o volta cotanto estesa da occupare l'intero spazio delle Alpi Apuane, ma ancora per trovarsi, come feci notare in principio, nelle tre valli della *Serravezza*, del *Frigido* e del *Carrione* tali disposizioni di rotture, le quali c'indicano tre distinti movimenti di suolo (1).

Lo strappo o la rottura degli strati sollevati a cupola, la dispersione dei gassi e tutti i conseguenti fenomeni dinamici prodottisi per la caduta dei brani della cupola stessa, sarebbero avvenuti adunque dopo i fenomeni precedentemente considerati: per cui la produzione delle Alpi Apuane avrebbe avuto luogo in quattro distinti e successivi periodi, cioè:

(1) Ciò risulterà di chiara evidenza nella carta idrografica e nella geologica dell'ellissoide Apuana che si stanno ora incidendo, e che si pubblicheranno insieme ad ulteriori e più estese considerazioni sull'argomento.

In un *primo periodo*, nel quale, senza sollevamento sensibile di suolo, profondi agenti plutonici avrebbero originato quel metamorfismo generale, il cui effetto decresce nei vari terreni in serie ascendente, fino all'eocene inclusive.

In un *secondo periodo*, che del primo dovette esser dipendenza e continuazione, sarebbonsi prodotte le iniezioni metalliche, le quali avrebber dato luogo a metamorfismi parziali.

Nel *terzo*, per effetto dell'espansione di fluidi elastici, sarebbero avvenuti i sollevamenti a cupola della serie dei terreni che originarono l'ellisoide.

E nel *quarto periodo*, sarebbesi compita la rottura delle cupole, e conseguente caduta e ritorno in basso de' frammenti, producendo le fallie e l'innalzamento de' varj lembi de' frammenti stessi.

E riguardo all'epoche degl' indicati fenomeni, dirò che i dati stratigrafici, in ispecie quelli concernenti i terreni smossi ne' sollevamenti dell'ellisoide, e le correlazioni fra le rocce plutoniche e le nettuniane attraversate, ci portano a stabilire che i metamorfismi avvenuti nel primo periodo sieno anteocenici; le iniezioni metalliche del secondo avvenissero durante il periodo eocenico; ed i sollevamenti a cupola del terzo, come le rotture di queste nel quarto, sien posteriori al deposito della parte inferiore de' terreni miocenici.



ESPERIENZE SULLE TORBE TRASPORTATE DAI CORSI D' ACQUE ;
DI HERVÈ-MANGON.

Estratto.

La fertilità proverbiale delle torbe che il Nilo ogni anno deposita sulle pianure dell'Egitto, e i buoni successi delle colmate, richiamano naturalmente l'attenzione su' benefici che può l' agricoltura aspettarsi da un ben inteso impiego delle materie solide trasportate dalle acque, e la soluzione del problema delle inondazioni prodotte dalle rotte de' fiumi si rannoda in modo molto intimo al medesimo soggetto. Per questo un gran numero di agronomi e di ingegneri, fra i quali per citare de' più distinti rammenteremo Gasparin e Polonceau designano l' uso delle torbe come solo modo di far tornare a profitto dell' agricoltura, e della ricchezza pubblica la spaventosa azione dei torrenti, e dei fiumi i più temibili. Pure quando si cerca di approfondire queste idee sì semplici, e sì spesso riprodotte, riconoscesi che non sono state fatte sulla quantità, e la natura delle torbe de' nostri corsi d' acqua, dice l' Autore, osservazioni numerose, e che mancano quasi interamente i dati numeri a studi seri. Egli ha cercato di riempire in parte tal lacuna riportando qualche cifra, e si è occupato contemporaneamente di due serie d' esperienze, una che ha per oggetto l' uso delle acque chiare nell' irrigazione, e l' altra l' uso delle acque torbide per colmare e fertilizzare le terre. Interessa anche a noi Italiani, che tanto vantaggio abbiamo tratto nelle colmate, considerare come vi pongan mente ora i Francesi, mentre giudicano che uno de' più adatti rimedi contro le frequenti rotte sia il procurare innocue inondazioni.

Le torbe, di cui vuolsi apprezzare la natura e l' importanza, variano da un paese all' altro nelle loro quantità e nella loro composizione, onde per ottenere cifre esatte ha dovuto l' Autore inoltiplicare le osservazioni, e nel suo scritto esistono le particolarità della lunga serie di studii dal 1858 in seguito, fatti sulla *Loire* e suoi influenti, sul Canal di *Carpentras* e sulla *Durance*. Qui riporteremo solo qualche risultato relativo a quest' ultimo fiume. La *Durance* può dirsi il solo fiume della Francia che mostra largamente utilizzate le sue acque per la irrigazione: presenta diciotto canali irrigatori che portano 69 metri cubi di acqua al secondo, e perciò offre conseguenze pratiche più variate e degne di particolare attenzione. Dal primo Novembre 1859 al 31 Ottobre 1860, ha trasportato 10770313 metri cubi di materie solide che pesano 17 milioni di tonnellate. Se quelle materie fossero state depositate totalmente sul suolo avrebbero ricoperto con uno strato alto un centimetro l' enorme estensione superficiaria di 107703 ettari. E se riflettesi che un' altezza di 0^m,30 costituisce un terreno arabile può dirsi che in ciuquanta anni il fiume trasporta al mare l' equivalente del suolo arabile di un dipartimento medio. Le colmate naturali han formato nei tempi remoti le più ricche vallate, ed interessa ora di non permettere che si perda nella profondità dei mari un sì grande elemento di ricchezza e di fertilità. Quelle tante tonnellate di materia solida trasportate dalla *Durance* a *Merindol* sono composte di 9263686 tonnellate di argilla, di 6840855 tonnellate di carbonato di calce, di 13794 tonnellate d' azoto, di 95438 tonnellate di carbone, e finalmente di 1018728 tonnellate di acqua combinata e di materie diverse, il tutto riunito in condizioni favorevoli alla costituzione delle terre arabili e fertili. L' azoto che trasporta dunque in un solo anno un fiume è tanto che difficilmente l' agricoltore francese può acquistarlo nelle materie azotate che con grand sacrifici compra, e che l' importazione del guano appena può somministrarne altrettanto costando esso una trentina di miglioni di franchi. Nè meno rilevanti vengono ad essere le considerazioni sul carbonio che la *Durance* trasporta: posto che rimanga tutto sepolto nel fondo del mare, e tolto alla terra vegetale e all' atmosfera, può dirsi che per effetto di un sol fiume se ne perde in un anno

tanto quanto normalmente ne è contenuto in acido carbonico in un volume d'aria di 100 metri di altezza e di 904242 ettari di superficie, e quanto ne fisserebbe una foresta di 47710 ettari di estensione.

Or veniamo ai risultati che vengono nell'uso delle torbe per la pratica agricola riferendoci a quelle conviate dal Canale *Carpentras*. In un anno le acque di questo canale trasportarono 137217 metri cubi di melme che pesano 219403 tonnellate, e contengono 119588 tonnellate di argilla, 84978 tonnellate di carbonato di calce, 223 tonnellate d'azoto e 1401 tonnellate di carbonio. Con queste sono state fertilizzate diverse culture, e l'Autore ha fatte esperienze sull'erba medica, sulle praterie e sovra i fagioli, ed ha ritrovato che avevano goduto di 16,37 metri cubi di melme, e 10 tonnellate per ettaro, da rappresentare uno strato che varia da un millimetro a due. La *Loire* e i suoi influenti danno risultati analoghi: ma in generale i fiumi le trasportano al mare levandole alle terre coltivate, o alla superficie nuda della terra. Nel primo caso l'agricoltura perde la parte più preziosa del suo capitale, e nel secondo ella renunzia ad una conquista che la natura porrebbe generosamente a sua disposizione. La *Durance* è il fiume di cui le torbe meglio si utilizzano, e non ostante non può ritenersi che se ne pongano più di un decimo a vantaggio dell'agricoltura. Dalle cifre riportate si comprendono le risorse che l'agricoltura può aspettare dalle torbe sia per fertilizzare i terreni in cultura, sia per colmare i terreni sommersibili. Le materie solide trasportate dalle acque presentano dunque sotto ogni punto di vista un vivo interesse al dotto e al pratico, e con gran ragione il Gasparin raccomanda lo studio di queste che offrono uno de'più potenti mezzi di creare e migliorare la terra vegetale, prima sorgente di ogni ricchezza.



LETTERA DEL PROF. CESARE TOSCANI AL PROF. GIOVANNI
CAMPANI, DIRETTORE DEL COMITATO AGRARIO DI SIENA .

Mentre stava facendo studi sull'origine e sulla evoluzione di quella parassita oggi dominante, chiamata da alcuni botanici *antennaria elaeophila*, studi dei quali spero potere pubblicare in breve i risultati, mi pregaste a nome del Comizio Agrario da voi presieduto, a volermi prestare, per interesse di quella Associazione, all'esame microscopico del seme da filugelli. Di buon grado accettai, tanto più che sapevo corrermi l'obbligo di dedicare qualche ora a quello studio per rispondere il meno indegnamente all'incarico, di cui volle onorarmi il Marchese Cosimo Ridolfi in occasione dell'ultimo Congresso Scientifico ma nuovo in quel genere d'indagini, e credendo più difficile di quello che veramente non è, l'acquistare in esse pratica sicura, vi pregai a volermi procurare del seme tenuto per buono e di quello che già si sapeva derivare da bachi infetti. Ricevuti, il 22 Febbraio decorso, dalla vostra gentilezza i due campioni mi posi all'opera. Casualmente il primo osservato fu quello che poi seppi ritenersi per buono; difatti dopo averlo guardato e riguardato dovetti concludere non esservi innormalità. Appena portato nel campo del microscopio l'umore di un uovo dell'altro campione mi si offerse una miriade di corpi ovoidali (l'ingrandimento era 480 diametri, cioè quello di cui mi servo abitualmente) che mi ricordarono le così dette spore dell'*antennaria*. Pensai allora di studiarne l'evoluzione, e questo studio cambiò il sospetto in certezza.

È da sapere che quei corpi ovoidali usciti appena dall'uovo del filugello (i loro diametri avevano per lunghezza 0^{mm},002 e 0^{mm},001 circa) essendo specificamente più pesanti

dell'acqua andavano a posare sulla lastra inferiore, e così davano agio per un esame minuto delle loro trasformazioni. Quell'esame rese tosto manifesti nel loro interno due corpuscoli saldati insieme; coll'ingrandimento di 620 diametri, e meglio con quello di 1000, constatai che il movimento Browniano dell'intiera spora è un movimento impresso da altro simile più vivace di quei granuli o vessichette interne, le quali sembravano esercitare conati per separarsi: nella spora frattanto aumentava la lunghezza dell'asse maggiore e contemporaneamente apparivano, o si esageravano, verso i poli e sulla medesima faccia superiore due sporgenze mammellonari: il peso specifico andava intanto scemando e le spore divenivano così facilmente trasportabili dall'acqua là portata, utilizzando la forza di capillarità, per tenerle giustamente umide. L'asse maggiore continuava a crescere, guadagnava pure, quantunque meno, il trasverso: i due mammelloni andavano dilatandosi e facendosi sempre più trasparenti: i granuli interni svanivano, forse perchè (e questa è cosa che vuol esser meglio chiarita), separandosi davano origine a quelle protuberanze: talvolta, ma più raramente, i mammelloni crescevano di numero e se ne vedevano tre e anche quattro, ora disposti in serie, ora a coppie, ora irregolarmente distribuiti; questo però avveniva a sviluppo molto inoltrato; in origine erano costantemente due. Continuando a diminuire il peso delle spore, esse divenivano finalmente corpi galleggianti: in breve però tornavano a posare sulla lastra inferiore, certo perchè incominciava la nutrizione alla quale, probabilmente si prestano quei mammelloni molto più trasparenti delle altre parti. La spora in quella posizione cresceva ancora un poco, e perdeva talora la sua forma ovoidale, presentando un ristretto corrispondente alla posizione dell'asse minore, per un aumento maggiore avvenuto intorno ai due mammelloni. Le spore che si mostrano più vivaci sono le prime a raggiungere le maggiori dimensioni rappresentate dai diametri 0^{mm},003 e 0^{mm},007 in media. Questo primo periodo di vita è di circa tre giorni, se le spore si tengono sempre immerse nell'acqua: può ridursi però di poche ore, umettandole interrottamente. Formatosi così questo primo corpo, agli estremi del di lui asse maggiore prende origine quella vegetazione ramosa,

che tralascio ora di descrivere, e caratteristica dell'*antennaria* come io la vidi svolgere disseminata appositamente nell'acqua, e come la vidi derivare da certe granulosità della clorofilla di lattuga in quello studio a cui sopra appellava. Giova avvertire che lo sviluppo delle spore rinvenute nel seme dei filugelli e tenute fra due lastre, e perciò prive del contatto dell'aria, presto si arresta se non si alimentano le giovani produzioni con qualche avanzo organico vegetale.

Essendo la descritta crittogramma simile a quella che vegeta da vari anni sulle foglie di molte piante è possibile che il baco da seta ritragga quell'infezione dall'alimento ! Tale appunto era il quesito proposto dal Marchese Ridolfi in occasione del Congresso, ed io incoraggiato da questi primi risultati, con maggiore ardore mi dedicherò alla soluzione di quel quesito, non già coll'idea di dover trovare la spora bella e formata, nella foglia dei mori, perchè come non ammisi mai una generazione spontanea, quale alcuni la intendono, così ho sempre creduto poco che le spore siano di formazione primitiva. Per me, ed è questo lo scopo a cui mirano i miei studi, i granuli depositati dal cistoblastema, e animati così di vita, dissimili di natura, accoppiandosi diversamente e quasi fecondandosi, danno origine a forme organiche diverse.



DELLA POLISIMMETRIA DEI CRISTALLI; MEMORIA DI A. SCACCHI.

Il primo concetto sulla polissimmetria dei cristalli l'ho manifestato discorrendo dei cristalli di armotomo e di solfato potassico nella Memoria sulla poliedria (1); indi ho creduto confortare di novella pruova lo stesso concetto esponendo il fatto della scambievole soprapposizione dei cristalli di solfato potassico appartenenti a sistemi diversi (2). Con la presente Memoria farò conoscere altri fatti in seguito esaminati per i quali mi si è aperta la strada a più ampie conoscenze sulla natura di questo fenomeno che ho chiamato polisimmetria e sulle cagioni che lo producono. Per diverse ricerche già intraprese e non per anco portate a compimento sono indotto a credere che l'argomento che ora prendo a trattare riceverà fra breve più largo svolgimento. Nondimeno ho voluto pubblicare con questa prima memoria i fatti che ho sin qui rinvenuto, sembrandomi poter essi da se soli meritare l'attenzione de naturalisti.

Fin ora si son chiamate dimorse o polimorse quelle sostanze d'identica composizione chimica che si presentano cristallizzate con forme non riferibili alle medesime condizioni di assi, o, come suol dirsi, non appartenenti allo stesso sistema. In alcune di tali sostanze dimorse, ma non in tutte paragonando i tipi di forme di specie diverse, si ravvisa più o men facilmente tra loro tale somiglianza, che se per poco si facciano

(1) Sulla poliedria delle facce dei cristalli. *Memorie della R. Accad. delle Scienze di Torino.* Tomo xxi, 1862.

(2) *Rendiconto dell' Accad. delle Scienze fisiche e matematiche,* Maggio 1862.

variare le inclinazioni delle facce dei cristalli di un tipo; si passa alle forme dei cristalli dell'altro tipo. Egli è vero che secondo il principio adottato dai cristallografi sulla costante posizione delle facce dei cristalli, da niuno sino a pochi anni indietro contrastati, non può accordarsi gran valore a tale somiglianza; dappoichè tanto lo scostarsi le misure goniometriche per pochi minuti, quanto l'allontanarsi per molti gradi, basta perchè i caratteri geometrici di un cristallo lo escludano da un dato sistema. Ma essendo oramai per molti fatti dimostrata la mutabile inclinazione delle facce per un fenomeno di particolar natura chiamato poliedria, i caratteri geometrici dei cristalli hanno molto perduto della importanza che ad essi si attribuiva; da immutabili sono divenuti tra certi limiti variabili, e le piccole differenze, anche di qualche grado, nelle misure goniometriche non valgono per escludere una data forma cristallina da un sistema cristallografico fondato sopra un determinato rapporto di lunghezza di tre assi, e sopra determinati angoli che misurano le scambievoli inclinazioni dei medesimi assi. Egli è però che la riferita somiglianza di forme nei cristalli di diverso tipo delle sostanze polimorfe, ammessa la poliedria delle facce, è tal fatto che ha gran valore per dimostrare che i caratteri geometrici dei diversi tipi di forme della medesima sostanza non sono diversi che in apparenza, ma che in realtà essi sono essenzialmente identici. S'immagini un cristallo di solfato potassico romboedrico circoscritto, come avviene assai spesso, dalle facce laterali e dalle basi di un prisma esagonale, e con gli spigoli terminali del prisma troncati dalle facette di una specie di bipiramide esagonale. Chiameremo C la base del prisma e delle sei facette della bipiramide che circondano la base, chiameremo μ due facce opposte, ed m , m' le altre due coppie di facce opposte. Per i caratteri geometrici del sistema romboedrico le coppie di facce m , μ , m' sono egualmente inclinate sulla base; e servendoci di un linguaggio più fisico che geometrico diremo che diviso il cristallo in sei parti corrispondenti alle sei facce m , μ , m' queste sei parti sono in tutto tra loro identiche. Ora supponiamo che nelle qualità fisiche delle medesime sei parti sia avvenuto un cambiamento di cui ignoriamo la natura, ma che ci si manifesterebbe per particolari feno-

meni di poliedria e di azione sulla luce polarizzata, e che per tale cambiamento le due parti opposte corrispondenti a μ , μ abbiano acquistate qualità fisiche diverse da quelle delle altre quattro parti corrispondenti ad m , m , m' , m' . Da ciò non segue che siasi mutato il carattere geometrico del cristallo; anzi il fatto ci mostra il contrario, dappoichè le inclinazioni delle m e delle μ sopra C si conservano le stesse; e se noi troviamo tra gli angoli diedri mC e μC la differenza di pochi minuti, tale differenza non è costante, ed essa è la necessaria conseguenza del riferito cambiamento nelle qualità fisiche tra le parti m e le parti μ , pel quale la poliedria delle faccette m è divenuta alquanto diversa dalla poliedria delle faccette μ . La forma, dunque essendo rimasta la stessa, le parti simili della medesima forma prese con determinata legge di simmetria, hanno acquistato caratteri fisici tra loro diversi. Egli è però che in questo, come in somiglianti casi, il fenomeno è molto più semplice di quello si giudicava.

Avrei voluto conservare la parola dimorfismo o polimorfismo per dinotarlo; ma queste parole da una parte non esprimono né l'essenza né l'apparenza del fenomeno, e da un'altra parte dicono quello che non è realmente. Un'altra ragione per la quale ho creduto necessario di adottare il nome di *polisimmetria* deriva dal fatto stesso che in molte sostanze le quali sono polimorfe non troviamo gli stessi caratteri che in altre sostanze ci dimostrano una semplice polisimmetria. Dobbiamo attendere che novelle indagini meglio ci facciano conoscere in che si somigliano ed in che si differenziano le specie nelle quali il polimorfismo non è che una semplice polisimmetria, e le altre che non sappiamo riportare allo stesso ordine di fenomeni. Secondo quel che sinora ne sappiamo, sembrami per lo meno probabile che vi sieno due fenomeni affatto distinti, l'uno più semplice ben denominato polisimmetria, un altro più complesso al quale conviene il nome di polimorfismo. Sembrami inoltre poter considerare l'emiedria, la polisimmetria, ed il polimorfismo come tre fenomeni che, avendo i loro punti di contatto, sieno tra loro ben distinti; ed il terzo più complesso del secondo per quanto il secondo sia più complesso del primo. Quindi ho creduto indispensabile proporre ed adottare il nome

di polisimmetria, anche ammettendo la possibilità che sotto lo stesso nome debbano in seguito esser compresi tutti i casi di polimorfismo.

La somiglianza tra le forme cristalline di alcune sostanze dimorse è tal fatto che non poteva certamente sfuggire all'occhio contemplatore dei naturalisti sin da quando somiglianti fatti furono per la prima volta osservati. Così, per recarne un esempio, quando Mitscherlich descrisse i cristalli di solfato potassico romboedrico, non omise di far rilevare la loro stretta analogia per le misure goniometriche con i cristalli della medesima sostanza trimetrici ortogonali. Nel 1848 Pasteur andò innanzi e sostenne la tesi che « il dimorfismo non è che in apparenza un'anomalia alle leggi della cristallizzazione e che è possibile di predire a priori quali sono i corpi suscettibili di essere dimorfi, e quale sarà il carattere generale proprio all'altra forma di queste sostanze ». Quindi manifesta l'idea che « nelle sostanze dimorse l'una delle forme che esse presentano è una forma limite, una forma in certo modo situata alla separazione di due sistemi dei quali l'uno è il sistema proprio di questa forma e l'altro è il sistema nel quale rientra la seconda forma della sostanza ». Senza intrattenermi ad esaminare come l'Autore di queste idee le abbia applicate ai casi particolari, e prendendo soltanto in considerazione le vedute teoretiche racchiuse nei riferiti periodi testualmente prodotti, non credo scemarne il merito se dico che dal Pasteur sia stata traveduta la polisimmetria dei cristalli come cosa osservata a traverso di un vetro molto appannato che permette soltanto scorgere esservi un oggetto dalla parte opposta senza lasciar nulla conoscere della sua forma e degli altri suoi accidenti. La polisimmetria quale da me è stata concepita, e quale la espongo con la presente Memoria, non sussisterebbe senza la poliedria; e quindi essa non poteva venire in mente ad alcuno che prima non avesse posto fuori dubbio la mutabile posizione delle facce dei cristalli.

Ciò premesso, debbo soggiungere che la polisimmetria non è soltanto fondata sulla somiglianza delle forme di tipo diverso della medesima sostanza, ma si poggia sopra un fatto pel quale essa non rimane una semplice veduta teoretica, ma è la schietta

espressione del medesimo fatto evidente ed incontrastabile. Questo fatto, ch'è uno dei più importanti argomenti del presente lavoro, sta in ciò, che nella trasformazione dei cristalli di un tipo in cristalli di un altro tipo della medesima sostanza le facce analoghe prese nelle forme di ciascun tipo si trovano le une con le altre esattamente parallele. Tanto è dire essere le facce parallele quanto è dire avere la medesima situazione, ovvero essere geometricamente la medesima specie di faccia. Quindi la identità di forme, come va intesa nel nostro caso, per i cristalli di tipo diverso delle sostanze polisimmetriche è un fatto che non può essere rivocato in dubbio.

In questa Memoria sono esaminati non pochi fatti sia riguardanti le specie mineralogiche, sia più ampiamente, riguardanti i cristalli artefatti, nella produzione dei quali potendo a nostro piacimento interrogare natura, e spesso obbligarla a risponderci, abbiamo di gran lunga maggiori comodità d'investigazione. Tra le medesime produzioni artificiali le sostanze polisimmetriche sulle quali le mie ricerche sono andate più innanzi sono il solfato potassico, il bitartrato di stronziana con quattro proporzionali di acqua, ed il paratartrato acido di soda. Del solfato potassico avendo pubblicato una sufficiente notizia nel primo fascicolo dello scorso anno del nostro Rendiconto, credo ora rendere più utile questo sunto esponendo soltanto senza molto compendiare quel che riguarda il bitartrato di stronziana.

I cristalli di bitartrato di stronziana con quattro proporzionali di acqua presentano due tipi di forme in apparenza le une dalle altre grandemente diverse, le prime riferibili al sistema monoclinico, le altre al sistema triclinico. I particolari di queste forme sono descritti nella Memoria sopra i tartrati di stronziana e di barite pubblicato nel primo volume dei nostri Atti, la quale Memoria gioverà riscontrare per la chiara intelligenza di quello che ora dovrò esporre. Nei cristalli di ciascun tipo vi è una direzione di clivaggio assai nitida e le facce parallele al clivaggio dinoteremo con C per i cristalli monoclini e con K nei cristalli triclini. Quantunque le due facce parallele C, del pari che le due facce parallele K, sieno geometricamente identiche, pure sono tra loro diverse per-

posizione; e disegnando i cristalli con le facce C e K perpendicolari al piano di proiezione, l'una a destra, l'altra a sinistra, e con un'altra specie di faccia in posizione costante, rimarrà stabilita la distinzione delle facce C o K di dritta da quelle di sinistra che dinoteremo per C' e K'.

Intanto ne' cristalli triclini, trascorso un mese o poco più da che si sono generati, comincia in essi ad apparire qualche piccola macchia opaca di figura romboidale simile alle facce K, che sono di tutte le più grandi, e similmente situata; e lasciando che tutto proceda spontaneamente, le macchie opache lentamente ingrandendosi, finiscono col congiungersi insieme, e tutto il cristallo diventa affatto opaco. Da parte alcune differenze nel prodursi questo fenomeno, che saranno pubblicate nella Memoria originale, per i seguenti esperimenti apparisce chiaro che le macchie opache non sono altro che l'effetto della trasformazione del cristallo triclini in monoclini; ed il cristallo divenuto opaco è un vero cristallo metamorfizzato. Se un cristallo triclini nel quale sieno apparse due o più macchie romboidali s'immerga in una soluzione di acido tartarico e di stronziana accomodata a fare ingrandire i cristalli di bitartrato di stronziana, in meno di un giorno si vedrà ove erano le macchie opache venir fuori dalle facce K' del cristallo triclini altrettanti cristalli monoclini con le loro parti prominenti che corrispondono alle facce C'. E dopo due o tre giorni la parte prolungata dei cristalli monoclini sopra il cristallo triclini giungerà nei casi ordinarii a circa due millimetri, la qual cosa renderà agevole conoscere come i cristalli monoclini sporgenti dallo stesso cristallo triclini sieno allogati gli uni rispettivamente agli altri, e come tutti sono allogati rispettivamente al primitivo cristallo triclini.

Per meglio fare intendere come sia avvenuto il mostrarsi dei cristalli monoclini prominenti sopra il cristallo triclini, debbo ricordare il particolare carattere dei medesimi monoclini d'ingrandirsi assai più rapidamente dalla parte di C' sinistra che dalla opposta parte di C destra. Quindi immergendo nel liquore cristallizzante il cristallo triclini con le macchie opache, e queste macchie opache essendo cristalli monoclini generatisi per metamorfismo, essi ben presto si fanno prominenti

per la parte corrispondente a C'. Nondimeno continuando a stare nel liquore, s'ingrandiscono contemporaneamente sì i cristalli monoclini, che il cristallo triclinio; ed i monoclini mentre s'ingrandiscono assai rapidamente dalla parte di C', non mancano d'ingrandirsi pure per ogni verso, sia nella parte libera immersa nel liquore, sia nella parte radicata nel cristallo triclinio. E mentre la parte immersa nel liquore prende da questo gli elementi del suo accrescimento, l'altra parte incastonata nel cristallo triclinio s'ingrandisce togliendo gli elementi del suo accrescimento dallo stesso cristallo triclinio che di continuo consuma scavando sino a che anche la faccia destra C vien fuori dalla faccia K.

Da questa compendiata esposizione del modo come procede il metamorfismo dei cristalli triclini in monoclini si ha già in parte dichiarata la maniera come questi si trovano conformemente e con obbligata disposizione parallela delle facce analoghe situati con quelli. Dappoichè le facce C', C oltre al trovarsi parallele alle facce K', K, immancabilmente avviene che stia la faccia C' dalla parte di K', e la faccia C dalla parte di K. Continuando a supporre le due specie di cristalli figurati con le facce C', C e K', K perpendicolari al piano di proiezione e con le facce C' e K' a sinistra, nei cristalli monoclini si hanno altre specie di facce superiormente ed anteriormente, delle quali facce per la simmetria propria del loro sistema, le superiori si ripetono inferiormente e le anteriori si ripetono posteriormente. Alcune di queste specie di facce, se non tutte, si trovano parallele alle analoghe facce dei cristalli triclini con questo di divario che se nel cristallo monoclinio a sinistra vi sono due facce della medesima specie, una anteriore e l'altra posteriore, nel cristallo triclinio vi è una sola faccia parallela ad una di esse, sia all'anteriore sia alla posteriore. E dicasì lo stesso per le facce superiori ed inferiori dei medesimi cristalli. Egli è poi facile intendere che tutti i cristalli monoclini generatisi sullo stesso cristallo triclinio a qualche distanza gli uni dagli altri sono scambievolmente con tale corrispondenza disposti che ingrandendosi e congiungendosi insieme, compongono esattamente un solo cristallo monoclinio.

Ho detto per non complicare l'esposizione del fatto, che le

facce dei cristalli monoclini sono parallele alle analoghe facce del cristallo triclinio, la qual cosa non è a rigore esatta; nè, se si badi alla vera indole del fenomeno, è presumibile che vi sia esatto parallelismo tra le facce dei cristalli monoclini e le analoghe facce del cristallo triclinio; perchè come si è cambiato col metamorfismo il carattere della simmetria, si è pure mutato il carattere della poliedria delle medesime specie di facce. L'esame di tale cambiamento, che trovasi svolto nella Memoria originale, non può aver luogo in questo sunto.

Quanto alle cagioni che danno origine a ciascuno dei due tipi cristallini del bitartrato di stroaziana non è facile determinarle con precisione, e dobbiamo ancora ritenere che sieno assai lievi, quando consideriamo che nella medesima soluzione in pari tempo si generano e s'ingrandiscono le due specie di cristalli l'una a fianco dell'altra e spesso congiunte insieme. Da molti esperimenti fatti col proponimento di rinvenire la cagione della loro polisimmetria sono pervenuto a questi risultamenti. Le soluzioni fatte con acqua calda e concentrate al punto da cominciare a cristallizzare qualche giorno dopo che sono state abbandonate alla spontanea evaporazione esposte alla temperatura dell'ambiente danno sempre entrambe le specie di cristalli che appariscono quasi contemporaneamente, avvenendo che talvolta si generano prima i monoclini, ed il più delle volte i primi a comparire sono i triclini. Le soluzioni più concentrate e capaci di produrre cristalli prima che la loro temperie siasi equilibrata con quella dell'aria ambiente, o poco dopo l'avvenuto equilibrio, danno soltanto cristalli triclini, e per molti giorni non si hanno nel liquore che soli cristalli triclini. Le soluzioni nelle quali si sono quasi contemporaneamente generate le due specie di cristalli, nei primi giorni i cristalli triclini hanno più rapido ingrandimento dei monoclini, in seguito i secondi s'ingrandiscono al pari dei primi ed a lungo andare i cristalli triclini rimangono stazionari, poi cominciano a disciogliersi e finiscono collo scomparire del tutto, mentre continua l'ingrandimento de' cristalli monoclini. Dai riferiti particolari sembrami poter conchiudere che il più rapido o il più lento passaggio allo stato solido sieno le condizioni favorevoli alla produzione dei cristalli triclini o monoclini.

E qui convien ricordare che la cagione della polisimmetria dei cristalli di solfato potassico è determinata con tutta la precisione che possiamo desiderare nelle nostre ricerche, ed è di natura affatto diversa da quella che produce lo stesso fenomeno nei cristalli di bitartrato di stronziana. Dappoichè le soluzioni di puro solfato potassico danno in tutti i casi cristalli trimetrichi ortogonali, e le soluzioni che unitamente al solfato potassico contengono disciolta una determinata quantità di solfato sodico danno sempre cristalli romboedrici. Da questa diversità della cagione del fenomeno procede altresì la notevole differenza nella maniera come avviene il metamorfismo di una specie di cristalli nell'altra, mettendo a riscontro il solfato potassico col bitartrato di stronziana.

Tra le sostanze nelle quali non ho potuto trovar modo di riportare il loro polimorfismo alla medesima serie di fenomeni che comprendo col nome di polisimmetria, la specie che ho avuto comodità di esaminare più accuratamente è il solfato di nichelio con sei proporzionali di acqua. I suoi cristalli possono essere monoclini o dimetrichi ortogonali, e confrontando gli uni con gli altri, non vi ha alcuna analogia tra le facce dei primi e quelle dei secondi, o almeno io non ho saputo rinvenirla. I cristalli dimetrichi hanno clivaggio nitidissimo parallelo alla base di un prisma quadrato, ed i cristalli monoclini hanno tre direzioni di clivaggio poco distinte e difficili a scuoprirsì, due che s'incontrano con angolo di $73^{\circ} 8'$, e la terza direzione incontra ciascuna delle due prime con angolo di $84^{\circ} 28'$. Il colore delle due specie di cristalli è alquanto diverso, specialmente quando sono bagnati dalle acque madri, essendo i cristalli monoclini di color verde sudicio, ed i cristalli dimetrichi di bellissimo color verde tendente all'azzurro. I primi in vario modo metamorfizzandosi si trasformano nei secondi; ma i cristalli dimetrichi ortogonali derivati dal metamorfismo di un cristallo monoclini li ho trovati variabilmente situati tra loro, e per conseguenza senza alcuna determinata posizione rispettivamente al cristallo primitivo.

ESPERIENZE SULL' EFFETTO PRODOTTO DAI GAS SULLE PIETRE;
DI FEDERIGO RUHLMANN.

Estratto.

Lo studio degli effetti che possono prodursi dai gas sulle più compatte masse dei minerali sparge luce sulla formazione di queste, sulle loro trasformazioni e sulle loro cristallizzazioni. E se l'elevazione della temperatura favorisce le reazioni, acquistano forza le argomentazioni che si fanno dai geologi circa le azioni plutoniche. Realmente le molte esperienze intraprese in questo punto di vista dimostrano fino a qual punto le materie minerali, e anche le più dure, e quelle meglio cristallizzate possono essere penetrate dai gas, allorchè la loro porosità è accresciuta per un'elevata temperatura; e con quanta facilità possono prodursi reazioni chimiche portando i gas a contatto con gli ossidi che son contenuti dai minerali. Sono state dirette correnti di gas su diverse materie contenute in tubi di porcellana scaldati a temperature elevate, non però tanto da produrne la scomposizione; ed eccone i principali risultati:

Ossigeno. I marmi colorati da materie bituminose si scolorano. Le agate, i diaspri gialli o verdi prendono un colore bruno o di un rosso vivo. Il quarzo affumicato, le amatiste, i topazi, si scolorano e conservano la loro trasparenza. Il colore dello smeraldo, dello zaffiro e del granato impallidiscono. Le corniole rosse e gialle si scolorano, ma la silice che le costituisce perdendo la sua acqua diviene bianca traslucida. Lo stesso accade nelle vene trasparenti che traversano alcuni diaspri.

Deutossido d' azoto. Questo gas generalmente agisce come l' ossigeno: scolora del pari le amatiste e le corniole. Una turchina sottomessa all' azione di esso, al colore rosso bruno scoppio, ma i frammenti conservarono il loro bel colore blù.

Cloro. La sua azione non differisce da quella dei precedenti gas quanto alla decolorazione di alcune pietre preziose, solo il diamante, il rubino e lo zaffiro hanno resistito. Per l' azione del cloro, e del gas acido cloridrico le agate e i diaspri colorati in verde e in orange han preso tinta bruna. Alcune vene di carbonato di calce cristallizzato che traversavano i minerali sottoposti all' esperienza sono state trasformate in cloruro di calcio solubile nell' acqua, anche a notabil profondità dall' azione dell' acido cloridrico secco. Quest' acido può anche levare per sublimazione alle agate rosse, e ad altri minerali, una parte del perossido di ferro dal quale sono penetrate, trasformandolo in protocloruro di ferro volatile.

Idrogeno. I marmi e le agate colorate in rosso dagli ossidi di ferro prendono un colore nero per la riduzione che avviene in quell' ossido. La malachite è ridotta allo stato metallico; il lapis-lazuli annerisce; un zirconio colorato si è impallidito, e le vene vi sono divenute apparenti. Sottomesso in seguito quel zirconio ad una corrente d' ossigeno le vene nere si sono trasformate in rosse, e il resto della pietra è restato incolore e trasparente.

Ammoniaca. Il granito rosso prende un color nero, e lo stesso accade nel diaspro sanguigno. La malachite è ridotta allo stato metallico, e la pirolucite è trasformata in protossido di manganese, senza mutar la forma cristallina.

Cianogeno. Agisce questo gas come un disossidante energico; scolora l' amatista e la corniola gialla e rossa, con deposito di carbone nelle fessure di queste pietre. Le agate rosse divengono nere per la riduzione dell' ossido di ferro.

Acido solfidrico. Il diamante affumicato, il diamante giallo e il zaffiro non hanno subito alterazione: il rubino ha preso una tinta violacea: il quarzo rosa, e l' amatista si sono scolorati senza cessare di essere trasparenti: ma la corniola rossa nello scolorarsi ha perduto l' acqua e la trasparenza. La turchina ha preso un color nero; i marmi, le agate, i graniti co-

lorati da ossidi di ferro han preso color nero. Gli ossidi di ferro si sono trasformati in mussa nera coperta nei punti più scaldati con vernice cristallina gialla con splendore metallico di solfuro naturale di ferro.

Nelle esperienze fatte a freddo, o a temperature moderate l'acido solfidrico trasformava il carbonato di piombo nativo in solfuro di piombo conservando la forma di cristalli del carbonato di piombo; e la malachita dava in quelle circostanze del solfuro di rame che conserva l'aspetto fibroso e rigato della malachita. Effetti analoghi si sono ottenuti con fare reagire l'idrogeno solforato sul formiato di piombo.

Estese queste reazioni alla trasformazione in solfuri di altri prodotti cristallizzati, il carbonato di tallio ha dato solfuro di tallio colla cristallizzazione prismatica del carbonato. Proseguendo a mantenere in una corrente d'acido iposolfidrico, ed elevando a grado a grado la temperatura, si giunge a vedere che i cristalli pseudo-morfici si convertono in gruppi di cristalli con forme proprie dei solfuri. In egual modo il solfuro di piombo proveniente per epigenia dal carbonato dà per la volatilizzazione prodotta dalla corrente del gas magnifici cristalli cubici a facce splendenti fissati alla parete interna del tubo di porcellana ove segue la reazione. Il solfuro di rame proveniente dall'epigenia della malachite dà lastre esagonali. Il protossido di rame naturale sottomesso alla corrente di acido solfidrico, produce un solfuro di rame con crosta cristallina di blù indaco ramose corrispondente al solfuro naturale.

Altre cristallizzazioni di solfuri artificiali sono state ottenute sottoponendo ad elevate temperature gli ossidi d'argento e di cadmio ad una corrente d'acido solfidrico. Il solfuro d'argento è stato ottenuto cristallizzato in dodecaedri romboidali aggruppati di notabile nettezza. Il solfuro di cadmio è bruno e trasparente, cristallizza in prismi dodecagoni regolari terminati con base o con piramidi esagonali. Il solfuro di tallio più volatile dei precedenti, assomigliando quello del solfuro di piombo, forma delle laminette cristalline. Sebbene sia da sperarsi di potere egualmente ottenere il solfuro di zinco, deve darsi che la corrente d'acido solfidrico sull'ossido bianco di zinco, non ha prodotto solfuro, ma solo l'ossido bianco giallastro, di cui una

parte si è volatilizzato, e si è cristallizzato in lastre stiacciate coperte di piccolissimi cristalli, che sembrano essere prismi esagoni.

Dobbiamo pertanto riconoscere ché come l'acqua che è penetrata nelle pietre porose le sbriciola per il rigonfiare nella sua congelazione, così gli ossidi passando allo stato di perossidi o cangiandosi in solfuri, producono disaggregazioni nelle pietre le più dure: che quando si hanno disossidazioni o distruzioni di materie bituminose, la durezza delle pietre diminuisce, ma la disaggregazione non si fa tanto grande: che le materie solide che penetrano i marmi, ne accrescono la loro resistenza, ne diminuiscono la porosità, e li rendono capaci di un miglior pulimento: che le mutazioni di colore, provengono da aumento di ossidazione o da diminuzione, o dall'essere il colore di natura organico, come già è stato ritenuto da Claubry per lo smeraldo e la corniola rossa, non per il quarzo il quale gode della proprietà di riprendere il suo colore rosa qualche tempo dopo che li è stato distrutto dal calore: che finalmente quando alcune materie minerali han preso forme pseudo-morfiche, le loro particelle conservano tendenza a comporsi in cristalli di forme che le sieno proprie, o che abitualmente in natura sogliono ritener.

RICERCHE SULLE RELAZIONI TRA LA GEMINAZIONE DEI CRISTALLI
ED IL LORO INGRANDIMENTO; MEMORIA DI A. SCACCHI.

I particolari co' quali si produce l'ingrandimento dei cristalli offrono argomento di studio che, mentre sembra piuttosto sterile e mancante di attrattive per gl' ingegni speculativi, son di avviso che potrà tornare molto utile al progresso della cristallografia. Ricerche di tal fatta che acquistano una certa importanza considerate nel loro insieme e mettendo a riscontro i diversi fatti gli uni con gli altri, mi propongo rendere di pubblica ragione in particolare lavoro quando esse saranno meglio avanzate verso il loro compimento. Ora mi limito ad esporre un fatto esaminato sino al presente in poche specie di cristalli, il quale riferendosi allo stesso tema del loro ingrandimento, offre la speciale condizione che non sembra possibile renderne ragione senza ammettere un ignoto e non prevedibile rapporto tra il fenomeno della geminazione e l' altro dell'accrescimento dei cristalli; o ciò che vale lo stesso, senza ammettere nel fatto della geminazione una forza maravigliosa di cui non si era punto sospettato per lo innanzi. Egli è altresì notevole che essendovi diversi modi di geminazione, non tutti hanno la medesima efficacia, e la maniera di agire della medesima specie di geminazione varia moltissimo secondo che i cristalli si trovano esposti a ricevere un accrescimento più o meno rapido.

Nella Memoria sulla polisimmetria dei cristalli che ho presentato all' Accademia nello scorso mese di maggio, com-

parando i caratteri del solfato potassico prismatico con quelli del solfato potassico romboedrico ho semplicemente annunciato che i cristalli gemini del primo s'ingrandiscono assai più presto dei cristalli semplici della medesima specie, la qual cosa non avviene per i cristalli gemini romboedrici, nei quali il fenomeno della geminazione procede in particolar guisa affatto diversa dalle geminazioni ordinarie. Ho pure annunciato lo stesso fatto discorrendo del paratartrato acido di soda triclinio; ma per non molto dilungarmi dall'argomento di quella Memoria, ho tralasciato di esporre gli esperimenti per i quali era venuto a quelle conclusioni, ed il naturale sviluppo delle medesime ricerche sopra altra specie di cristalli.

Intanto prendendo ad esaminare in questa Memoria la riferita proprietà dei cristalli gemini, è d'uopo ricordare che lo stesso fatto della geminazione è causa di altri notevoli fenomeni cristallografici, o, se non è rigorosamente dimostrato che tali fenomeni derivano dalla geminazione, è per lo meno manifesta la loro intima relazione. Così nei cristalli di solfato potassico prismatico ho mostrato come la poliedria di alcune specie di facce è in tale stretto rapporto con i piani di geminazione che sembra essere necessaria conseguenza dei medesimi. Nei cristalli della stessa specie ho pure fatto conoscere che essendo essi geminati s'impiantano col piano di geminazione perpendicolare al piano di attacco, mentre i cristalli semplici s'impiantano con una delle estremità dell'asse inclinato di circa 60° alle facce che sogliono corrispondere ai piani di geminazione. Nei cristalli di paratartrato acido di soda prismatico si ha che i cristalli semplici sono sempre stranamente rampollanti, al contrario dei cristalli gemini i quali non presentano alcun segno di rampolli. Per questi fatti è facile prevedere che dallo studio approfondito dei cristalli gemini può ripromettersi la cristallografia non lievi soccorsi al suo avanzamento.

Avendo fatto più volte soluzioni calde di solfato potassico e concentrate al punto che, lasciate in cristallizzatoi chiusi, han cominciato a cristallizzare alquanto prima di raggiungere la temperatura dell'aria ambiente o poco dopo di averla raggiunta, in meno di ventiquattr'ore si sono in esse depositati

molti cristalli isolati, taluni gemini, altri semplici ed i primi sempre assai più grandi dei secondi. È stato questo il primo fatto che ha richiamata la mia attenzione sul rapporto che i cristalli ci presentano tra il fenomeno della geminazione ed il loro ingrandimento. E per averne più esatta conoscenza ho pesato in tre diversi esperimenti dieci cristalli gemini, scegliendo i più grandi, ed altrettanti cristalli semplici ancor essi i più grandi che si erano prodotti. Nel primo esperimento, tolti i cristalli dal liquore dodici ore dopo che esso era stato versato nel cristallizzatoio, ho trovato il peso dei cristalli semplici eguale a gram. 0,036 e quello dei cristalli gemini eguale a gram. 0,486, e però circa quattordici volte maggiore. Nel secondo esperimento, anche dodici ore dopo di aver tenuto il liquore alla temperatura dell'ambiente, il peso di dieci cristalli semplici è stato di gram. 0,031 e quello dei dieci cristalli gemini di gram. 0,625, cioè circa venti volte maggiore. Nel terzo esperimento, trascorse ventiquattr'ore da che la soluzione calda era stata versata nel cristallizzatoio, ho trovato il peso dei cristalli semplici di gram. 0,102 e quello dei cristalli gemini eguale a gram. 1,996, ancor esso circa venti volte maggiore. Questa differenza di peso tra le due qualità di cristalli non potevasi attribuire all'essersi i cristalli gemini generati prima dei cristalli semplici, dappochè avendo tenuto d'occhio la loro prima apparizione, mi sono assicurato che sono divenuti visibili alternativamente ora gli uni ed ora gli altri senza alcuna differenza di tempo che addimostrasse la precedenza dei cristalli geminati.

Dopo questi primi risultamenti ho stimato necessario d'intraprendere, e sullo stesso solfato di potassa e sopra altre specie di cristalli, una serie di esperimenti per i quali immergendo nelle soluzioni cristallizzanti i cristalli di peso determinato, e poi ripesatili dopo alquanti giorni d'ingrandimento, si ottiene l'esatta determinazione in ciascuno di essi dell'avvenuto aumento di peso. Egli è da considerare che il condurre questi esperimenti a dare esatte conseguenze non è cosa tanto semplice come a prima giunta potrebbe sembrare, e bisogna tener conto di molti elementi, spesso assai difficili a determinare, per dare il giusto valore all'aumento di peso che con-

l'esperienza si è trovato. Nella Memoria originale si leggeranno per esteso le particolari precauzioni prese e tutti gli elementi determinati nei cristalli esposti all'esperienza per render queste concludenti, e chi volesse giudicare del grado di importanza che io attribuisco alla geminazione, è necessario ché attenda la pubblicazione non lontana della stessa Memoria.

Quantunque non sembra esser necessario dimostrare che l'ingrandimento dei cristalli sia in rapporto della estensione della loro superficie e non della loro massa, pure l'argomento che ho preso a trattare richiedeva che si fosse cominciato dal dimostrare esperimentalmente tale principio; e la sua esattezza è stata comprovata non solo dalla maggior parte dei medesimi esperimenti che han servito a dimostrare il diverso grado di accrescimento tra i cristalli semplici ed i geminati, ma ancora da altri saggi fatti sopra i cristalli di nitrato di barite. Essi sono stati preferiti in tale ricerca perchè è facile averne di varia grandezza e quasi rigorosamente della stessa forma per le facce in tutti di uniforme estensione, ed anche perchè le soluzioni di questo sale riescono ad ingrandire i cristalli senza alcun accidente che turbi l'esattezza dei risultamenti.

Oltre i cristalli di solfato potassico romboedrico, per i quali ho detto innanzi non esservi differenza nell'accrescimento dei cristalli, siano geminati, siano semplici, ~~e~~ altre sostanze che han servito alle mie ricerche sono state il solfato potassico prismatico, l'ossalato di ammonio e rame, ed il nitrato di stronziana. Per la prima specie gli esperimenti sono stati assai più che nelle altre svariati, siccome veniva richiesto dai molti casi delle sue geminazioni, e raccogliendo in uno quel che le molte esperienze han dimostrato, si giunge alla conseguenza che l'accrescimento dei cristalli gemini è il triplo o poco più del triplo dell'accrescimento dei cristalli semplici. Quindi paragonando questo risultamento avuto dai cristalli ingranditi lentamente dopo alquanti giorni per la spontanea evaporazione del liquore, e l'altro avuto dai cristalli rapidamente ingranditi nelle soluzioni concentrate per abbassamento di temperatura, si ha in quest'ultima condizio-

ne assai maggiore la differenza d'ingrandimento tra le due qualità di cristalli. Nell'ossalato di ammonio e rame ho poi trovato l'ingrandimento nei cristalli gemini alquanto più del doppio maggiore che nei cristalli semplici. Nel nitrato di stronziana finalmente la differenza è stata minore; nel rapporto di 1 a 0,7.

SULLA RESISTENZA OFFERTA ALLO SPOSTAMENTO NEI TUBI CAPILLARI DAGLI INDICI DI MERCURIO; PROF. C. TOSCANI.

In una nota, inserita nel Tomo XVI del *Nuovo Cimento*, dimostrai come la resistenza, talvolta considerevole, offerta nei tubi capillari delle colonne discontinue, o coroncine, formate di certi indici di un liquido a menisco concavo e di bolle d'aria; non era da attribuirsi, come pensava J. Jamin, ad una deformazione dissimmetrica prodotta in quei menischi dalla forza impiegata per spostarli, ma sibbene al difetto di uniforme nettezza nelle pareti interne del tubo. Dimostrai cioè, che quando le dette pareti fossero state suscettibili di bagnar si uniformemente, la somma degli indici, nelle colonne discontinue in equilibrio, sarebbe risultata eguale all'altezza che una colonna continua assume per la capillarità. In quella nota avvertii che dei liquidi i quali formano menisco convesso, intendeva farne una quistione separata, non solo perchè non interessavano il fenomeno fisiologico, ch'io prendevo allora a discutere, ma anche perchè l'origine della resistenza la giudicavo in quel caso assai diversa, e mentre mi proponevo istituire qualchè esperienza a fine di chiarire meglio il concetto ch'io me ne era formato, dissi (pag. 331) « Credo che tra il mercurio e il vetro la cosa proceda alquanto diversamente, » penso cioè che in tal caso una parte, almeno, della resistenza si abbia là dove appoggiano gl'indici e sia l'effetto di « una pressione derivante dalla forza figuratrice coadiuvata « dalla capillarità ». Mi propongo dimostrare oggi come le

esperienze abbiano luminosamente risposto che nella resistenza di cui è questione effettivamente non entra che la capillarità colle note sue leggi. La discussione di quelle leggi e dei principj teorici, da cui dipendono, mi conduceva ai seguenti corollarj:

1.^o La lunghezza a a cui può giungere un solo indice in un tubo capillare, situato verticalmente, prima di cadere per la pressione esercitata dalla di lui massa, esser deve il doppio della depressione d che corrisponderebbe a quel tubo.

2.^o La pressione necessaria a produrre lo spostamento di un indice, la cui lunghezza b sia minore della lunghezza limite a , aver deve un valore maggiore di $p = a - b$. Cioè la resistenza di un indice, qualunque sia la sua lunghezza, deve essere espressa dalla quantità a , costante per un tubo determinato.

3.^o La resistenza di un numero qualunque n di indici, tutti di una lunghezza minore di a deve avere per valore $R = n \cdot a$. La pressione perciò da aggiungersi alla somma degl'indici onde porre l'intiera colonna nelle condizioni dello stato prossimo al moto, esser deve:

$$P = n a - S.$$

in cui S . rappresenta la somma della lunghezza degl'indici espressa in millimetri.

Nella verifica sperimentale dei tre corollari procedei coll'ordine stesso di filiazione che è qui tracciato.

Prima serie di Esperienze. Presi 6 tubi di vario calibro e sottoposti al trattamento dell'acido nitrico, della potassa caustica, dell'acqua distillata e dell'alcool, e resi bene asciutti mediante un aspiratore, ne determinai prima i raggi interni valendomi di un indice di mercurio purissimo di peso conosciuto, e li trovai rappresentati, in parti di millimetro, come appresso:

$$\begin{array}{lll} r = 0,174 & r = 0,207 & r_3 = 0,347 \\ r_3 = 0,762 & r_4 = 0,844 & r_5 = 1,250 \end{array} .$$

Quindi per ciascuno determinai la lunghezza di quell'indice, che, a tubo verticale, appena manifestava la tendenza a discendere senza altra pressione che quella derivante dal proprio peso, ed ottenni come medie di varie esperienze, le seguenti cifre:

$$a = 26^{\text{mm}},00 \quad a_1 = 22,50 \quad a_2 = 13,20 \\ a_3 = 5, \quad 60 \quad a_4 = 5,10 \quad a_5 = 3,30.$$

Questi valori di a e i corrispondenti di r soddisfano perfettamente alle note formule

$$d = \frac{6,528}{2 \cdot r} \cos 45^{\circ} \cdot 30 \quad (d + \frac{1}{2} r) \cdot r = e$$

quando si faccia $d = \frac{1}{2} a$.

È dunque sperimentalmente confermato che quella resistenza, la quale faceva equilibrio alla pressione di quegli indici, non era che un attrito generato dalla spinta dei menischi.

Seconda serie. Per la determinazione sperimentale della resistenza che in ciascun tubo presenterebbero indici di lunghezza varia, e sempre inferiore a quella che corrisponde allo stato prossimo al moto, e che chiamai lunghezza limite, ebbi ricorso ad una pompa premente il cui corpo di tromba portava inferiormente due tabulature, una delle quali si recava ad un manometro, mentre all'altra, che all'estremità volgeva in basso, potevansi adattare i tubi capillari da sottoporsi alla prova; così la pressione si esercitava in testa all'indice, il quale aveva corsa libera perchè l'estremità inferiore del tubo era aperta. Nelle seguenti tavole trova il lettore registrati i risultati di esperienze eseguite con tre tubi di calibro molto diverso.

1.^o ESPERIMENTO

Raggio del tubo 0,211. Lunghezza limite dell' indice 21,0.

Lunghezza dell' indice	Pressione aggiunta	Pressione o resistenza totale
<i>l</i>	<i>p</i>	<i>p + l</i>
21,0	0,0	21,0
12,0	8,9	20,9
7,1	14,0	21,1
5,6	15,7	21,3
3,1	18,1	21,2
1,3	19,0	20,3
0,6	20,0	20,6

2.^o ESPERIMENTO

$r = 0,420$ $a = 10,00$.

Lunghezza dell' indice	Pressione aggiunta	Pressione o resistenza totale
<i>l</i>	<i>p</i>	<i>p + l</i>
10,0	0,0	10,0
6,0	3,7	9,7
2,1	8,2	10,3
1,0	9,0	10,0

3.^o ESPERIMENTO

$$r = 0,148 \quad a = 30,00.$$

Lunghezza dell' indice <i>l</i>	Pressione aggiunta <i>p</i>	Pressione o resistenza totale <i>p + l</i>
30,0	0,0	30,0
8,0	21,9	29,9

Da questa serie d' esperienze resulta che qualunque sia la lunghezza dell' indice, la resistenza per un determinato tubo capillare è costante, ed è misurata dalla pressione di una colonna di mercurio, che abbia per lunghezza la lunghezza limite $a = 2d$; dovendosi attribuire le piccole differenze, ora in più, ora in meno, che si riscontrano nelle resistenze singole, agli errori che indispensabilmente si commettevano nel valutare, coi limitati mezzi di cui potevo disporre, le pressioni indicate dal manometro.

Terza serie. Conosciuto il rapporto che passa tra il raggio del tubo capillare e la lunghezza di quell' indice di mercurio la cui pressione verticale eguaglia la resistenza prodotta dalla spinta orizzontale che esso esercita contro la parete del detto tubo. Veduta la legge che governa la resistenza di indici di lunghezza varia e inferiore a $2d$; rimaneva a determinarsi sperimentalmente la resistenza di una colonna discontinua. Numerose esperienze furono a questo scopo eseguite, e tutte comprovarono quello che già traspariva dalle leggi precedentemente dimostrate, comprovarono cioè: *Che la resistenza di una colonna discontinua costituita d' indici di eguale o di diversa lunghezza, purchè questa, per ciascuno, non ecceda quella che chiamai lunghezza limite, e che è rappresentata da $a = 2d$*

è sempre equivalente alla somma delle resistenze singole, è data cioè dalla formula:

$$R = \pi a = 2 \pi d.$$

Non è pertanto a maravigliare se quella resistenza diventa considerevole quando il diametro del tubo è molto piccolo e quando è grande il numero degl'indici. In un tubo che abbia, a modo d'esempio, 0^{mm}.2 di raggio, con 17 millimetri di mercurio distribuiti in trentaquattro indici si ha una resistenza maggiore di un'atmosfera. I risultati non potevano sperarsi nè più netti, nè più eloquenti. Le forze che occasionano i fenomeni di capillarità sono le sole che nel caso di indici a menisco convesso provocano quell'attrito, che resiste alle forze impiegate per il loro spostamento. La ricerca poi della resistenza di una colonna discontinua è il quesito il più generale a risolvere nei fenomeni di capillarità. Infatti, la formula che serve a calcolare quella resistenza nel caso di tubi cilindrici di mercurio e che è:

$$R = 6,528 \cdot \frac{n \cos \phi}{r} \quad (1)$$

nella quale n rappresenta il numero degl'indici, r il raggio del tubo e ϕ l'angolo di raccordamento; serve altresì (quando si faccia $n = 1$) alla determinazione della lunghezza di quell'indice che troverebbesi nello stato prossimo al moto; e dà come valore di R , il valore della depressione semplice, quando facciasi $n = 1$, in quanto abbiamo veduto, teoricamente e sperimentalmente, che la lunghezza a dell'indice, la cui resistenza allo spostamento eguaglia la pressione verticale esercitata dal mercurio che esso indice contiene, e che chiamai lunghezza limite, è doppia della depressione. Dissi pressione verticale esercitata dal mercurio che l'indice contiene anzichè peso dell'indice perchè effettivamente non è il peso di tutto l'indice

(1) Una formula più generale sarebbe quella che esprime la resistenza variabile che incontra un indice nel muoversi in un tubo conico.

quello che fa equilibrio al suo attrito, o lo vince; ma è la pressione esercitata sul centro del menisco inferiore, in quanto lo stato di contrattilità del velo liquido terminale conferisce all' indice i caratteri di un recipiente, le cui parti hanno un punto di minima resistenza, che è il centro del menisco. Talchè il movimento all' indice non può venire impresso che dal filetto liquido che occupa il suo asse verticale. Tanto è vero, che mentre la superficie di sfregamento degli indici nello stato prossimo al moto in tubi di diverso calibro ha un valore costante dato dalla formula:

$$S = 2 \pi r a .$$

Il peso però del mercurio contenuto in quegli indici e che ha per espressione (considerata la sola parte cilindrica)

$$P = d. \pi r a r ,$$

cresce col raggio, cresce cioè col diminuire di a , col diminuire della resistenza; fatto che non potrebbe intendersi senza ammettere che ciò che fa equilibrio all'attrito, o vincendolo determina il movimento dell' indice, non è l' intiero peso di lui, ma la sola pressione che esso esercita nel centro del menisco, e che è perciò unicamente proporzionale all' altezza a .

Ripeto ch' io sin qui non feci se non confermare sperimentalmente e sviscerare discutendo corollarj di principj notissimi, tuttavia l' utilità di questa discussione e di quelli esperimenti appare non solo dal fatto che essi han servito a chiarir meglio l' origine della resistenza, talvolta sorprendente, offerta dalle così dette coroncine costituite d' aria e mercurio, resistenza da J. Jamin a torto attribuita a deformazione dissimmetrica dei menischi; ma altresì dal fatto che esse suggeriscono un modo di rendere ostensibili i fenomeni della capillarità, che offre non pochi vantaggi. Così ricorrendo a indici che in tubi di calibro diverso si trovano in quello stato, che abbiamo chiamato stato prossimo al moto, dimostrasi, meglio che con ogni altro mezzo, non solo il rapporto fra la lunghezza dell' indice limite e il raggio del tubo, ma il rapporto pure fra la depre-

sione semplice e quel raggio; si dimostra l'esistenza di un attrito contro le pareti derivante dalla pressione prodotta dalla forma e contrattilità del menisco e se ne determina il valore; si rende finalmente ostensibile lo stato di maggiore attrazione nelle molecole che costituiscono la superficie libera dei liquidi facendo notare che su quegli indici cresce la massa del mercurio mentre scema la forza che lo sostiene e tuttavia l'equilibrio sussiste perchè l'aumento di volume, e perciò di massa, è accompagnato da una diminuzione nel valore di a .

Prima di lasciare quest'argomento dirò degl'inconvenienti che per le leggi sopra discusse presentar debbono quegli apparecchi nei quali si valutano le forze dallo spostamento maggiore o minore di un indice di mercurio mobile in tubo di vetro. — Mi è occorso di vedere in alcune macchine di compressione il manometro costituito da un tubo di diametro assai piccolo, nel quale un indice di mercurio separa l'aria del manometro da quella del recipiente in cui deve effettuarsi la compressione. Una disposizione analoga si ha nel piezometro di OErsted, nel termoscopio di Rumford ec. Potremo, dopo le cose dimostrate, lusingarci di ottenere, senza la necessaria apprezzazione della resistenza dell'indice, indicazioni soddisfacenti e misure precise da quella foggia di apparecchi? Non solo non avremo, rispondo io, indicazioni precise, ma neppure approssimative, perchè l'indice di mercurio, in quella disposizione, non tanto resiste con una forza rappresentata dalla lunghezza limite a , qualunque sia la sua lunghezza b ; quanto, se ben si rifletta, quella resistenza deve crescere colla pressione. Infatti, l'indice si trova tra due pressioni opposte, tra la pressione, cioè, diretta e quella riflessa o di reazione: sotto queste due forze aumentar deve la spinta dei menischi contro le pareti e deve perciò l'attrito o resistenza crescere proporzionalmente alla pressione. Anco di questa deduzione razionalissima volli la conferma sperimentale. Le esperienze furono intraprese come le precedenti, colla differenza che i tubi i quali portavano l'indice venivano chiusi alla lampada alla loro estremità libera, cosicchè non rimaneva che a fare il confronto delle indicazioni di due manometri sottoposti alla medesima pressione, uno a acqua, e l'altro a indice di mercurio.

Nelle cifre ottenute coi primi saggi vidi l' aumento progressivo della differenza tra le indicazioni di quei manometri, ma quell'aumento non presentava un procedimento regolare. Dubitai che quella irregolarità derivasse dagli urti, che per le pressioni un poco più elevate riceveva l' indice, specialmente al termine della corsa dello stantuffo, urti che dovevano farlo avanzare più del dovere. Pensai allora (in difetto di mezzi migliori) dare tal lunghezza al tubo di guttaperca, destinato a mettere in rapporto la tubulatura metallica col tubicino di vetro, che esso dilatandosi sotto l'azione della pompa formasse un serbatojo d'aria tale da potersi abbracciare e premere sulle mani, così le pressioni venivano a ridursi regolarissime. Questo modo di sperimentare rese tosto manifesta la legge, e risultò, come può vedersi dalle cifre qui sotto riportate, che la resistenza dell'indice cresceva proporzionalmente alla pressione.

1.^o ESPERIMENTOTubo di diametro 0^{mm},716

PRESSIONE indicata dal Manometro a acqua P	PRESSIONE indicata dal Manometro a indice di mercurio P_i	Differenza $R = P - P_i$
63 ^{mm} ,9	58 ^{mm} ,0	5 ^{mm} ,9
338 ,6	307 ,9	30 ,7
396 ,7	361 ,2	35 ,5
578 ,7	527 ,7	51 ,0

2.^o ESPERIMENTO*Tubo di diametro 0^{mm},250.*

P	P ₄	R = P — P ₄
317 ^{mm} ,8	287 ^{mm} ,9	29 ^{mm} ,9
355 ,2	321 ,3	33 ,9
349 ,3	495 ,7	54 ,4
993 ,9	895 ,4	98 ,5

L' aumento che prende il valore di R all'aumentare di P è dunque così notevole da rendere riprovevolissimo l'uso dell'indice di mercurio in apparecchi del genere di quelli sopra descritti; quando non si possa o non si voglia correggere convenientemente le loro indicazioni, correzione resa facile, se si vuole, dalla legge di proporzionalità sopra dimostrata, legge che certo meriterebbe essere verificata, da chi può disporre dei mezzi migliori, per più alte pressioni.

A vero dire tra le ragioni che indussero Colladon, Sturm, Regnault e Grassi a valersi nelle loro ricerche di piezzometri foggiati diversamente da quello di OErsted vi fu ancor quella di evitare l'uso dell'indice di mercurio, del quale si era avvertito l'attrito contro le pareti, dal vedere che detto indice, cessata la compressione, non tornava esattamente alla posizione primitiva, e dal vedere che, specialmente sotto le forti pressioni, il suo movimento non si effettuava in un modo continuo, sivvero per salti; ma nessuno, ch'io sappia, aveva fin qui riflettuto alla ragione vera di quell'attrito; nessuno aveva veduta la legge colla quale quella resistenza aumenta all'aumentar della pressione; nessuno, finalmente, ha detto che poteva esser buono il piezzometro d'OErsted, quando le indicazioni di quello fossero state convenientemente corrette, utilizzando quel rapporto tra la pressione e la resistenza che è co-

stante per una temperatura determinata. Dissi per una temperatura determinata, perchè come la temperatura influisce sulla capillarità, o per dir meglio, sulle forze molecolari dalle quali i fenomeni di capillarità dipendono, così deve portare modificazione nella resistenza in questione, la quale non è, come vedemmo, che una derivazione immediata della capillarità. Avrei volentieri tentata una determinazione sperimentale della legge che governa i cambiamenti di valore di quella resistenza dipendentemente dal maggiore o minore riscaldamento; determinazione, che avrebbe potuto effettuarsi sottoponendo alla pressione il medesimo indice a temperature diverse, e che avrebbe concorso alla redazione di una formula, la quale comprenderebbe tutte le leggi della capillarità del mercurio in tubi di vetro cilindrici; ma trovandomi in difetto di mezzi atti a dar misure piuttosto esatte dello spostamento dell' indice nel su descritto manometro a mercurio, dovetti contentarmi del semplice saggio che qui riproduco.

Temperatura T	Pressione P	Resistenza dell' indice
		R
4°.0	488 ^{mm}	92 ^m
8.5	488	70
14.0	488	58
34.5	488	45

Mentre non possiamo ritenere i valori di R, sopra registrati, come esatti, perchè un piccolo errore commesso nella valutazione dello spostamento dell' indice, a cagione dei calcoli necessarj a dedurne quella resistenza, può portare una differenza sensibile nel suo valore dato in millimetri, tuttavia appare manifestissima la diminuzione di R coll'aumentare di T, e sembrerebbe altresì che quella diminuzione, rapida in

principio, divenisse mano a mano più piccola al crescere della temperatura. Concludiamo :

Quella resistenza che offrono gl'indici di mercurio nei tubi capillari cresce se sui menischi si esercitano delle pressioni; quest'aumento di resistenza è poi governato dalle seguenti leggi :

- 1.º È proporzionale alla pressione;
- 2.º È indipendente dal diametro del tubo;

3.º Il rapporto tra la pressione esercitata sull'indice e la resistenza che esso offre allo spostamento è una quantità costante per una temperatura determinata, e cresce coll'aumentare di quella.



DI UN NUOVO TERMOMETRO A GAZ A MASSIMA E MINIMA,
E REGISTRATORE; PER A. GOVI.

Le ricerche le più accurate dei fisici hanno provato che i gaz valgon meglio d'ogni altro corpo quando si tratti di misurare con essi le quantità di calore, o le temperature. La dilatazione dei gaz è in generale uniforme, e cresce proporzionalmente alla temperatura, o almeno nei limiti ordinarii delle esperienze. Essa è grande relativamente a quella dei serbatoi destinati a contenerli, per cui il dilatarsi di questi non altera sensibilmente la legge del dilatarsi di quelli. I gaz per la loro grandissima mobilità, quantunque cattivi conduttori del calore, si scaldano e si raffreddano molto rapidamente. Quelli fra i gaz che son più prossimi allo stato gazzoso perfetto assorbono quantità di calore indipendenti dalla loro pressione, e dalla temperatura, e proporzionali alle loro dilatazioni. Insomma fra tutti i termometri, quelli fatti coi gaz son preferibili agli altri. Tale è l'opinione di Regnault, e di tutti quelli che si sono occupati della misura del calore; ma l'uso de' termometri a gaz esigeva sinora un tal corredo di strumenti delicati, e una sì grande molteplicità di misure e di calcoli, che i fisici non se ne valevano se non in circostanze eccezionali. Ora vi è modo d'avere un termometro a gaz, semplice, solido, facilmente portatile, delicatissimo, servibile come termometro a *massimo* e a *minimo*, e come registratore continuo delle osservazioni; senza ricorrere a nissuno dei soliti squisiti artifizi adoperati dagli sperimentatori. Codesto modo consiste nel chiudere ermeticamente un gaz (aria, azoto, idrogeno ec.) secco in un recipiente di metallo contenente un barometro aneroide. Una lastra di vetro quasi a contatto

col quadrante e coll' indice del barometro permette di leggerne le indicazioni. Ora le variazioni della temperatura facendo variare la forza elastica del gaz chiuso nel recipiente, inducono modificazioni corrispondenti nel barometro aneroide, il quale perciò segna aumento di pressione quando il gaz si riscalda, indebolimento invece quando il gaz si raffredda. È facile il graduare siffatto termometro, sia paragonandolo con un termometro *tipo*, a diverse temperature, sia ponendolo nel ghiaccio fondente e nel vapore dell'acqua bollente sotto la pressione di 760^{mm}. Un sol punto della scala basta d'altronde per rivelarla tutta quanta, sapendosi che ogni grado di temperatura centigrada aumenta o scema la forza elastica d'un gaz perfetto di 2^{mm},7 circa (2^{mm},562 se la pressione iniziale era di 700^{mm}; 2^{mm},800 se la pressione era di 765^{mm}).

La dilatazione del recipiente ha una piccolissima influenza sulle indicazioni dello strumento, anche quando si adoperi per farlo un metallo assai dilatabile come l'ottone (l'aria si dilata 67 volte più dell'ottone, e 148 volte più del vetro). — I cambiamenti di volume dell'apparecchio barometrico si possono tenere quasi insensibili. — Tanto però della dilatazione del serbatoio, quanto del volume variabile del barometro si può tener conto nel graduare lo strumento. Due lancette mobilissime di acciaio o di ferro infilate sul pernio che porta l'indice del barometro, e così disposte che questo non possa muoversi in un senso o in un altro senza spingere davanti a sè una delle due lancette, che poi abbandona là dove fu spinta, appena muti senso il suo moto; bastano a trasformare il nuovo termometro a gaz in un termometrografo a massimo e minimo, preferibile a quelli adoperati sin qui. — Un magnete ordinario può servire a ricondurre le lancette in contatto coll' indice senza aprire il recipiente del termometro. — Quanto al trasformarlo in un termometro-*grafico*, a indicazioni intermittenti o continue, nulla v'è di più agevole purchè si faccia portare dall'asse dell'indice uno specchietto verticale, contro del quale batta un raggio di luce proveniente da una lampada fissa, che per riflessione urti poscia un foglio di carta fotografica scorrente con moto uniforme in un piano perpendicolare a quello di riflessione del raggio. Se si temesse d'alterare con quel raggio luminoso e per-

ciò caldo, l'indicazione del termometro, si potrebbe magnetizzare l'indice del barometro, e farlo agire attraverso il ricettacolo che lo racchiude sovra un ago astatico sospeso nell'aria al disopra del termometro, e portante un leggerissimo specchietto di vetro argentato. Il nuovo termometro a gaz potrà essere utilissimo specialmente negli Osservatori meteorologici, nelle ascensioni aereostatiche, negli scandagli, e in tutti quei casi nei quali sarebbero incerte le indicazioni dei termometri ordinari a mercurio, ad alcool, metallici, od elettrici. — La sua mole sempre considerevole, è il solo ostacolo che si opponga a poterlo applicare ad ogni genere di ricerche.

RICERCHE SULLA FORMAZIONE DELLA MATERIA GRASSA
NELLE ULIVE; NOTA DI S. DE LUCA.

In continuazione della mia precedente comunicazione del 26 maggio decorso anno, credo utile di far conoscere all'Accademia il metodo da me seguito per l'estrazione della mannite dalle foglie di ulivo, e le proporzioni quantitative della sostanza ottenuta dalle piante vegetanti presso Pisa e da quelle vegetanti nell'Orto Botanico di Napoli.

Nel mio precedente lavoro ho semplicemente annunziato che la mannite si poteva ottenere dalle foglie di ulivo per mezzo di trattamenti acquosi ed alcoolici. I particolari di tali trattamenti che credo degni di essere indicati sono i seguenti:

Le foglie di ulivo tenute per alquanti giorni nell'alcolone concentrato, cedono dell'acqua al dissolvente, e sopra molti punti delle dette foglie si osservano degli aghi cristallini e setosi disposti intorno ad un centro comune sotto forma raggianta. Le foglie di ulivo si trattano coll' alcoole bollente e questo liquido raffreddandosi deposita la stessa sostanza cristallina, la quale in questo caso è mischiata con tutte le altre sostanze solubili a caldo nell'alcoole.

200 gr. di foglie di ulivo disseccate a fuoco nudo fino a potersi triturare colle mani, fatte poi bollire in un mezzo litro di alcoole a 35°, filtrato il liquido bollente, e la soluzione alcoolica ridotta a consistenza di estratto, questo ripreso con l'acqua bollente, la soluzione acquosa evaporata a secchezza ed il residuo ripreso con alcoole bollente, la soluzione alcoolica deposita col raffreddamento cristallizzata la maggior parte della mannite.

Il residuo delle foglie del primo trattamento è stato ripreso con 250 cent. cub. di alcoole, e si sono eseguite le stesse operazioni di sopra accennate, e si è ottenuta altra mannite, ma in minor quantità. La mannite del primo e del secondo trattamento purificata con nuova cristallizzazione nell'alcoole e disseccata alla stufa ad olio fino a 120°, ha fornito il peso complessivo di 0 gr. 800.

Il residuo delle foglie del secondo trattamento è stato assoggettato per la 3^a volta all'azione dissolvente di 125 cent. cub. di alcoole bollente, e coi trattamenti di sopra indicati si sono ottenute ancora delle tracce di mannite.

Sopra altri 200 grammi di foglie si è fatto un trattamento acquoso che si è ripetuto tre volte come il precedente, cioè:

Il primo trattamento con 500	centimetri cubici di acqua.
Il secondo > con 250	
Il terzo > con 125	

I residui ottenuti coll'evaporazione delle soluzioni acquose sono stati poi trattati coll'alcoole bollente, per avere la mannite cristallizzata col raffreddamento del dissolvente.

In tutt'i tre trattamenti si è ottenuta della mannite, ma meno pura di quella ricavata dal trattamento alcoolico. La mannite del 1^o e del 2^o trattamento, dopo varie purificazioni si è trovata eguale a 0 gr. 757.

Quindi è che il trattamento alcoolico, comunque più dispendioso, fornisce più facilmente e più pura la mannite; mentre il trattamento acquoso, più economico, ne dà un poco meno. Sono però necessari almeno due trattamenti, siano alcoolici siano acquosi per asportare la maggior parte della mannite contenuta nelle foglie di ulivo.

La mannite ottenuta dalle foglie di ulivo, sia col trattamento alcoolico che col trattamento acquoso ha un sapore debolmente zuccherino, è molto solubile nell'acqua, si discioglie pochissimo nell'alcoole a freddo, ma nell'alcoole bollente è solubilissima; il suo punto di fusione è posto tra' 164 e 165°, la sua composizione centesimale è espressa dalla formula C¹²H¹⁴O¹²

$=(\text{C}^6\text{H}^7\text{O}^6)^2$; infine le sue proprietà fisiche, la sua cristallizzazione, le sue funzioni chimiche e la sua composizione non differiscono da quelle appartenenti alla mannite estratta dalla manna.

Ne'due quadri che seguono sono notate le quantità di mannite ottenute a Pisa ed a Napoli.

I.

Quadro indicante la mannite delle foglie delle piante di olivo vegetanti presso Pisa.

NUMERO d'ordine	EPOCA della raccolta delle foglie	PESO delle foglie		MANNITE ottenuta (l)	
		umide	secche	in totalità	sopra 100 parti
1	5 Novembre 1861	265.0	139.1	0.597	0.43
2	12	120.0	100.3	0.128	0.12
3	19	430.0	209.8	0.972	0.61
4	28	104.0	95.0	0.253	0.26
5	7 Dicembre 1861	222.0	116.3	1.468	1.25
6	14	225.0	139.5	1.005	0.72
7	24	140.0	106.9	0.394	0.37
8	6 Gennaio 1862	263.0	164.3	0.583	0.36
9	16	198.0	126.3	1.065	0.84
10	26	324.0	177.2	1.425	0.71
11	4 Febbraio 1862	350.0	212.1	0.872	0.41
11 bis	4	418.0	212.7	1.506	0.70
12	14	324.0	229.3	1.286	0.56
13	21	381.0	157.9	0.375	0.23
14	1 Marzo 1862	139.0	124.7	0.837	0.67
15	12	97.0	49.5	0.333	0.67
16	23	171.0	130.8	0.545	0.42
17	4 Aprile 1862	155.0	127.9	0.060	0.05
18	16	167.0	163.7	0.424	0.26
19	25	97.0	90.8	0.035	0.04

(1) La mannite in centesimi è stata calcolata sul peso delle foglie disseccate da 110 a 120°.

II.

Quadro indicante la mannite ottenuta dalle foglie di 13 piante di olivo vegetanti nell' Orto Botanico di Napoli.

NUMERO delle piante	EPOCA della raccolta delle foglie	PESO delle foglie		MANNITE ottenuta (1) in totalità sopra 100 parti	
		umide	secche	gr.	gr.
1	26 Febbraio 1862	102.0	32.0	0.285	0.55
2	" "	140.0	67.2	0.901	1.32
3	" "	126.0	64.0	0.525	0.82
4	" "	165.0	87.9	1.360	1.54
5	" "	141.0	70.9	0.874	1.23
6	" "	122.0	66.6	0.440	0.66
7	" "	78.0	38.1	0.232	0.61
8	" "	95.0	50.1	0.514	1.03
9	" "	103.0	56.2	0.710	1.26
10	" "	120.0	65.7	0.724	1.40
11	" "	125.0	65.0	0.680	1.04
12	" "	105.0	56.6	0.489	0.86
13	" "	131.0	63.9	0.853	1.33

Dall'esame de'due quadri precedenti si rileva che, quasi alla stess'epoca, la quantità di mannite determinata nelle foglie di olivo delle vicinanze di Pisa, è più debole dell'altra dosata nelle foglie degli ulivi dell'Orto Botanico di Napoli. La quantità di materia grassa contenuta nelle ulive pare anche che sia più abbondante nell'Italia meridionale che nella centrale e settentrionale.

—————ooooo—————

(1) La mannite in centesimi è stata calcolata sul peso delle foglie disseccate da 110 a 120°.

SOPRA UN NUOVO UDOMETRO AUTOGRAFICO; DI L. PALMIERI.

Tra gli udometri grafici di cui si hanno descrizioni, primeggia senza dubbio quello di Horn consistente in una navetta divisa in due compartimenti la quale essendo bilanciata nel mezzo è costretta ad oscillare per il peso dell'acqua che alternativamente va a riempire le due cavità in cui essa è divisa. Ingegnoso del pari è l'udometro grafico di Kreil nel quale un piccolo recipiente è costretto a versarsi quando è pieno, ed una leva con una matita segna sulla carta il numero delle volte che il detto recipiente si versa. In questi congegni si ha sempre dell'acqua perduta. L'udometro che vi presento mi pare corrispondere in una maniera più precisa allo scopo cui è ordinato. Esso consiste in una ruota portante nella sua circonferenza 10 cassette le quali per altrettanti cannelli a guisa di raggi comunicano con una cavità cilindrica ch'è verso l'asse: entro di questa a dolce strofinio se ne trova un'altra la quale ha una sola apertura. L'acqua entra in questa cavità cilindrica interna e per quell'apertura della quale di sopra è detto passa a riempire una delle cassette, la ruota allora perduto l'equilibrio fa un passo, e versandosi l'acqua della cassetta che s'era piena, si riempie la seconda e così appresso. Ogni cassetta che passa fa muovere, mercè una leva a zanca, una matita la quale fa un tratto sopra una carta che si muove a passo misurato per un congegno di orologeria.

La vasca superiore è di tale ampiezza che ogni millimetro

di acqua riempie una delle cassette della ruota, per cui si avrà sulla carta la indicazione della quantità di pioggia, della sua durata ec. Sulla stessa carta verrà indicata anche la forza e la direzione del vento per mezzo di congegno anemografico che vi descriverò in altra occasione, non avendo ancora ricevuta l'ultima mano.

RICERCHE ANALITICHE SULL'ACIDO BORICO DI MONTEROTONDO
IN TOSCANA; NOTA DI S. DE LUCA.

Da qualche anno a questa parte, in una località detta di Monterotondo, si è cominciata l'estrazione dell'acido borico dal signor Durval di Livorno. I prodotti di questa nuova industria figurarono tra quelli dell'Esposizione di Londra del 1862 e furono meritamente premiati. Già fin dal 1858 si ottenevano circa 1000 chilogrammi al giorno di acido borico, ed ora una tale quantità aumenta di continuo.

Io ho avuto occasione di esaminare l'acido borico ottenuto dal Durval nella località suddetta di Monterotondo, ed ora ne dò i risultamenti all'Accademia.

1. L'analisi qualitativa mostra nell'acido borico esaminato, la presenza delle seguenti sostanze:

1. Acido borico	7. Magnesia
2. Acqua	8. Calce
3. Acido solforico	9. Potassa
4. Cloro	10. Soda
5. Silice	11. Ossido di ferro
6. Ammoniaca	12. Allumina
13. Sostanze organiche	

L'acido borico vi si trova in grande abbondanza insieme all'acqua di cristallizzazione: l'acido solforico, il cloro, la si-

lice, l'ammoniaca, la magnesia e la calce si trovano in una certa quantità in modo da poterle determinare quantitativamente; le rimanenti cinque sostanze vi si rinvengono in tenuissima proporzione.

L'azione della potassa caustica sull'acido borico di Monterotondo, mette in libertà dell'ammoniaca, sia operando a caldo che alla temperatura ordinaria, in modo da sentire l'odore speciale dell'alcali, e da ripristinare il colore delle carte rosse di tornasole anche ad una certa distanza.

L'azione del calore distrugge le sostanze organiche contenute nell'acido borico indicato, il quale, pel carbone rimasto, si colora in bruno, e fa svolgere, contemporaneamente all'acqua di cristallizzazione, dell'acido solforico, dell'acido idrocrico e dell'ammoniaca. La silice, la calce, la magnesia, la potassa, la soda, l'ossido di ferro, l'allumina, essendo sostanze fisse, rimangono come residuo miste all'eccesso di acido borico.

2. Per l'analisi quantitativa si sono impiegati diversi processi. Si è usata l'azione del calore a temperature crescenti fino alla fusione, nello scopo di determinare le sostanze volatili; si è fatt'uso dell'alcoole alla temperatura ordinaria ed a caldo per conoscere le materie solubili in questo liquido; il cloro e l'acido solforico si sono determinati allo stato di cloruro di argento e di solfato di barite, tanto nella soluzione acquosa dell'acido grezzo che ne' suoi prodotti volatili; l'ammoniaca si è determinata tra' prodotti volatili per mezzo di una soluzione normale di acido solforico; la silice si è determinata nelle sostanze fisse trattandole ad esaurimento coll'acqua bollente la quale lascia un residuo appena colorato dall'ossido di ferro; la magnesia si è pesata allo stato di pirofosfato di magnesia; la calce ottenuta allo stato di ossalato di calce, si è poi questo trasformato in carbonato, in calce ed in solfato di calce, in fine l'acido borico si è determinato per mezzo di una soluzione normale di saccarato di calce.

Ecco i risultati sperimentali quantitativi che ha fornito l'analisi sopra 100 parti di due campioni dell'acido borico di Monterotondo.

	Campione	Campione
	N.º 1.	N.º 2.
Acido borico anidro . . .	50,7 . .	46,8
Acqua	36,9 . .	40,4
Acido solforico	9,1 . .	9,5
Cloro.	0,2 . .	0,1
Magnesia	1,1 . .	1,3
Calce.	0,5 . .	0,6
Silice.	1,0 . .	1,2
Ammoniaca	0,3 . .	0,4
Potassa, soda, allumina, ossido di ferro e sostanze organiche.	tracce . .	tracce
	<hr/> 99,88 . .	<hr/> 100,1

Da tali cifre si deduce che l'acido borico N.º 1 contiene:

Acido borico anidro	50,7
Acqua	36,9
Sostanze straniere	12,2
	<hr/> 99,1

E l'acido borico N.º 2:

Acido borico anidro	46,6
Acqua	40,4
Sostanze straniere	13,1
	<hr/> 100,1

La determinazione diretta dell'acido borico cristallizzato eseguita in una soluzione satura dello stesso acido borico, ha fornito i seguenti risultamenti sopra 100 parti cioè:

Il campione N.º 1 ha dato . . 89,0
Ed il campione N.º 2 ha fornito. 84,3

Il calcolo darebbe sopra 100 parti:

Pel campione N.º 1 89,9
E pel campione N.º 2 82,6.

—————ooooo-oooo—————

APPENDICE ALLA MEMORIA SOPRA I TARTRATI DI STRONZIANA
E DI BARITE; DI A. SCACCHI.

Nel mese di Settembre del prossimo passato anno avendo presentato una Memoria sopra i tartrati di stronziana e di barite che fu dall'Accademia favorevolmente accolta, in essa feci parola di cinque specie di tartrati di stronziana tutte assai ben determinate per le loro nitide forme cristalline, e di tre specie di tartrati di barite che al contrario non mi avevano presentato cristalli completamente definibili. Essendo stata ritardata la pubblicazione della mia Memoria per la incisione di due tavole che l'accompagnano, mi son giovato di questo ritardo per continuare con novelli esperimenti a studiare i tartrati di barite, ed in due di essi, nel bitartrato e nel tetratartrato, mi si è presentato qualche cosa da corrigere o da aggiungere a quello che esposi nella prima lettura del mio lavoro.

Nei cristalli di tetratartrato, quantunque discretamente nitidi, non aveva mai trovato che una zona rombica, per cui non aveva potuto determinare il rapporto delle lunghezze dei tre assi ortogonali. Nelle novelle cristallizzazioni poi mi è avvenuto di trovare in particolari condizioni non facili a riprodursi quando vogliamo, non solo una seconda zona rombica per la quale si determina il rapporto di lunghezza negli assi, e rimane confermato il loro isomorfismo col tetratartrato di stronziana; ma ho pure trovato una specie di rombottaedro che non mai mi si è presentato nel composto a base di stronziana.

Quanto al bitartrato di barite, in varii modi avendone variato il procedimento della cristallizzazione, non l'ho avuto

altrimenti che in forma di esilissimi filamenti asbestiformi che, d'ordinario scambievolmente intrecciandosi, compongono un tessuto somigliante a feltro, il quale posto su carta sugante si conserva per molti giorni bagnato, non mai cedendo alle sostanze bibule con le quali è in contatto tutto il liquore che lo impregna. E poichè il bitartrato di barite si produce nelle soluzioni che contengono grande eccesso di acido tartarico, anche lavandolo con l'alcool, non si giunge facilmente a purgarlo dell'acido tartarico delle acque madri. Nelle recenti cristallizzazioni di questa specie ho ottenuto sulla superficie della soluzione alcuni gruppi solitarii in forma di flocchi raggiati, che raccolti separatamente mi è stato agevole privarli dell'acido della soluzione mettendoli prima su carta sugante e quindi lavandeli con l'alcool. Con i medesimi ho poi voluto ripetere l'analisi per assicurarmi della loro composizione, che non mi sembrava ben determinata dalle prime analisi fatte sull'altra varietà in forma di feltro che lasciava qualche dubbio a riguardo della sua purezza. Ed ho trovato di fatto che in luogo di cinque proporzionali di acqua come dai primi saggi era stato indotto ad ammettere, il bitartrato di barite asbestiforme non contiene che due soli proporzionali di acqua.

SULLA DETERMINAZIONE COMPARATIVA DEL GAS ACIDO CARBONICO CHE SI ESPIRA NELLO STATO FISIOLOGICO E NELLO STATO FEBBRILE; NOTA DI A. DE MARTINI E DI G. UBALDINI.

Il metodo da noi adoprato permette di sollecitamente dosare in volume, e il *gas acido carbonico* contenuto nell'aria che si espira sì nelle condizioni fisiologiche che nelle condizioni patologiche, e la quantità di *gas ossigeno* consumato, nonché il valore del *gas azoto*. L'apparecchio è tanto semplice quanto maneggevole: esso consta in un tubo adduttore, di un tubo graduato e di un piccolo bagno a mercurio. Il tubo adduttore coll'estremità uncinata si fa pescare a fiore nel mercurio, e coll'altra si applica alla bocca dell'individuo col mezzo di un piccolo imbuto a guisa di un bocchino di strumento da fiato, che gli si congiunge con cannetto di gomma elastica per renderlo flessibile. Si riempie di mercurio il tubo graduato, e si tien capovolto nel bagno. Allora il soggetto dell'esperienza inspirerà per le narici, ed espirerà per la bocca entro l'imbuto; ciò che non torna difficile ad eseguire. Appena cacciata l'aria dal tubo adduttore, si coglie il destro della seconda e terza espirazione, e se ne raccoglie con accuratezza il gas. Tenuto immerso per alcuni istanti il tubo graduato nel mercurio per avere il gas alla temperatura costante del metallo, se ne legge il quantitativo in volume, che si tiene a conto: poscia vi s'introduce destramente con un tubettino a fondo chiuso una soluzione concentrata di potassa, e si agita sino al compiuto assorbimento. Il gas scomparso indica quindi la quantità di gas acido carbonico richiesto. Si ripete tre o quattro volte l'operazione sino a identità di risultamenti.

Volendo poi completare l'analisi dei gas rimasti, non tornerà malagevole determinarne l'ossigeno, che si farà assorbire dall'acido pirogallico in presenza della potassa. Il gas residuale sarà rappresentato dall'azoto.

1.º Risultamenti della determinazione del gas acido carbonico nell'aria espirata in condizione di sanità.

1.ª Esperienza — Aria di prima espirazione	195
Dopo l'azione della potassa, aria rimasta	187
Differenza (gas acido carbonico)	008
Circa 4 per % di gas acido carbonico in volume	
2.ª Esperienza — Aria di prima espirazione	200
Dopo KO, HO in soluzione conc. ^a	192
Gas scomparso	8
Cioè 4 per % CO ²	
3.ª Esperienza — Aria di seconda espirazione	150
Dopo la soluzione conc. ^a di KO, HO	143
Gas scomparso, ossia CO ²	7
Cioè 4,6 per % di CO ²	
4.ª Esperienza — Aria di seconda espirazione	95
Dopo la soluzione conc. ^a di KO, HO	90
Gas scomparso	5
Cioè 5,3 per % di CO ²	

2.º Risultamenti della determinazione del gas acido carbonico nello stato febbrile.

Febbre reumatica in un giovine a 21 anno, polso a 176, atti respiratori 25 a minuto.

1.ª Esperienza — Aria di seconda espirazione	197
Dopo la soluzione conc. ^a KO, HO	184
Gas scomparso, ossia CO ²	13
Cioè circa 7 per % di CO ²	

2. ^a <i>Esperienza</i> — Aria di seconda espirazione	90
Dopo la soluzione conc. ^a KO, HO	83

Gas scomparso	7
Cioè circa 8 per %.	

Analisi dell' aria espirata da un infermo con tifo in risoluzione.

1. ^a <i>Esperienza</i> — Aria espirata	100,
Dopo KO, HO	96,5

Gas scomparso	003,5
Cioè 3,5 per % di CO ² .	

2. ^a <i>Esperienza</i> — Aria espirata	97
Dopo KO, HO	94

Gas scomparso	03
Cioè 3,9 per % di CO ² .	

Per non estendere con altri simili esempi questa tabella, diciamo i risultamenti complessivi.

Dai dati, finora raccolti dalla scienza, sembra che le febbri possano esser distinte in due categorie: cioè una caratterizzata da aumento di espirazione di gas acido carbonico, e sono le così dette febbri *angosteniche*, e l'altra caratterizzata da diminuzione di espirazione di gas acido carbonico, e sono le così dette febbri *adinamiche*.



SULLA PRETESA ELETTRICITA' NEGATIVA DEL CIEL SERENO;
NOTA DI L. PALMIERI.

La legge semplicissima con la quale l'elettricità atmosferica si manifesta in tempo di pioggia che, sono già parecchi anni, io scoprii sull'Osservatorio vesuviano mercè l'apparecchio a conduttore mobile, bastava di per sè sola a fare intendere in quali congiunture si deve avere nell'aria elettricità negativa. E veramente, poichè per la legge indicata, *ove cade la pioggia aver si deve elettricità positiva con una zona o onda intorno intorno di elettricità negativa* la quale può estenderst a 30 miglia di distanza co' forti temporali, specialmente nella stagione estiva, ne segue che l'osservatore collocato in questa zona può trovarsi a cielo sereno ed avere elettricità negativa. Quando io mi trovai col mio apparecchio sull'Osservatorio Vesuviano all'altezza di 637^m sul livello del mare da potere scoprire un vastissimo orizzonte, mi assicurai che la elettricità negativa è segno indubitato di pioggia o grandine che cade ad una certa distanza dal luogo delle osservazioni la quale, ne' limiti delle mie indagini fatte finora, per massimo, giunge fino a 30 miglia. Per la qual cosa dopo tante osservazioni fatte con metodo preciso e da un sito assai opportuno potetti francamente impugnare la voluta elettricità negativa del ciel sereno, ed anco l'esistenza di nubi dotate di elettricità negativa loro propria, sostenendo che la elettricità negativa si appalesa solo con la caduta della pioggia, della grandine o della neve, per influsso della elettricità positiva copiosa che si svolge col risolversi delle nubi in acqua. Tutte le osservazioni posteriori hanno riformata questa verità. Ora essendosi eretta sull'edifizio della nostra Università una specola meteorologica la quale per quanto bene esposta non può

avere l'orizzonte dell'Osservatorio Vesuviano, era facile aspettarsi in questa de' casi di elettricità negativa a cielo sereno senza nubi o pioggia visibile sull'orizzonte. Il giorno 27 luglio dunque verso il mezzogiorno cominciammo ad osservare forte elettricità negativa con un ciel sereno purissimo dominando un vento di N. O. che avea la velocità di 10^m a minuto secondo. C'è stata elettricità negativa crebbe fino a 90° del mio elettrometro comparabile e si sostenne per circa tre ore. Io allora dichiarai a' miei coadiutori che entro un raggio di 30 miglia eravi pioggia copiosa. Ma la serenità del cielo rendeva incredibile la mia assertiva; frattanto due giorni dopo seppi che in quel tempo in Avellino piovea in abbondanza ed in qualche luogo in quelle vicinanze cadeva anco la grandine.

Che se talora si ha elettricità negativa nel luogo ove piove ciò proviene da pioggia più copiosa la quale cade ad una certa distanza. Ma questo fenomeno raramente si avvera nella state in cui la pioggia percorre una regione limitata e non ne ha altre vicine che perturbare possano la legge di sopra indicata, la quale perciò va meglio verificata in questa stagione in cui è facile vederla nascere ad una certa distanza, passare per lo zenit dell'osservatore e poscia allontanarsi. Col caldo finalmente l'aria essendo relativamente più secca le zone o onde che circondano la pioggia sono eziandio più ampie e cospicue.

THE
TOM
DOWNS

ASTOR
THE
MUSEUM

Fig. 1.

Salto alla Cervia

M. di Strelleja

La Canata

Trambiserra

M. Altissimo

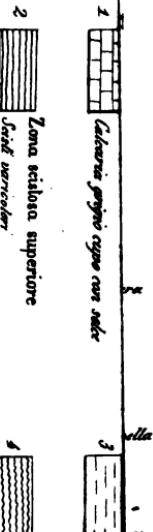
S. Maria in Arni

Sumba

NNE

Paterniana

Cicolini nello spazio del Kain
diametralmente opposti sul gejino capo nono nato



Prov. Sondrio: 1881.

RICERCHE SUGLI ACIDI A RADICALI CONDENSATI E SULLA RELAZIONE TRA TIPO E BASICITA'; PER UGO SCHIFF.

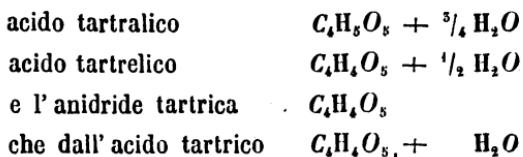
Parte Prima.

Sugli acidi a radicali condensati.

1.

Acido ditartrico.

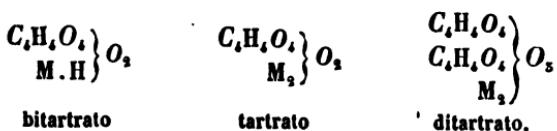
La scoperta del primo esempio ben fondato d' isomeria nella chimica organica — acido tartrico e racemico (Berzelius 1830) — non tardava ad esser seguita dalla notizia del Braconnot (*Annal. de chim. et phys.* XLVIII. pag. 299. 1831) che l'acido tartrico per la fusione possa esser trasformato in un composto della stessa composizione di quell' acido, ma differendone nelle proprietà fisiche e chimiche. Erdmann (*Annali di Liebig* XXI, 9) credette nel 1837 di aver ottenuto l'acido tartrico per l'azione dell'acido nitrico sullo zucchero e la gomma, paragonò il suo prodotto coll'acido tartrico amorpho, chiamato da lui « acido metatartrico », convalidò la notizia del Braconnot e studiò una parte dei sali dell'acido trasformato. Quasi allo stesso tempo il Frémy eseguiva (*Ann. de chim. et phys.* LXVIII. 353., 1838) una ricerca sui prodotti della trasformazione degli acidi tartrico e racemico per una temperatura elevata. Descrisse un



differiscono soltanto per gli elementi dell'acqua.

Resultati essenzialmente differenti provennero da una ripetizione di queste esperienze, eseguita dieci anni più tardi da Laurent e Gerhardt (*Comp. rend. des trav chim.* 1848). Confermarono essi lo annuncio di Braconnot e di Erdmann e conservarono la designazione di « acido metatartrico » proposta da Erdmann, per il prodotto primo della trasformazione; descrissero poi un acido isotartrico, che si ottiene con un riscaldamento prolungato dell'acido fuso, che possiede anche la composizione di quest'ultimo, ma rinchiede soltanto un equivalente d'idrogeno basico. Inoltre mostrarono che l'acido tartrico per l'eliminazione di H_2O si trasforma dapprima in una combinazione solubilissima, che contiene ancora dell'idrogeno basico, che questo composto — loro acido isotartridico — sia identico coll'acido tartrelico del Fremy e si trasformi per un riscaldamento prolungato in anidride tartrica insolubile. Nella seguente metacritica sperimentale avremo l'opportunità di accordare quei risultati con quelli del Fremy e di ristabilire, almeno in parte e con certe restrizioni, i risultati di quest'ultimo chimico.

Se l'acido tartrico è riscaldato per qualche tempo al di sopra del punto di ebollizione, una mezza molecola di acqua è eliminata senza che si abbia colorazione della sostanza. L'acido ottenuto in questa maniera rinchiede due equivalenti di radicale tartrico $C_4H_4O_4$ in una sola molecola; essa è paragonabile ai composti dilattici del Wurtz e Friedel e ad alcune combinazioni dette anomali della chimica minerale.



Esiste dunque una combinazione avente la composizione dell'acido tartrelico del Fremy, ma essa non possiede le proprietà

che questo chimico attribuisce al suo acido. Da un'altra parte il mio acido ditartrico possiede tutte le proprietà dell'acido isotartarico di Laurent e Gerhardt, e non esito a dichiarare questi acidi come identici. Se questi scienziati avevano contestata una mezza molecola di acqua all'acido tartrelico del Fremy per identificarlo col loro acido isotartridico, io esercito il diritto di rappresaglia togliendo la stessa quantità di acqua all'acido isotartarico di Laurent e Gerhardt per ristabilire un acido se non delle proprietà, sì della composizione dell'acido tartrelico di Fremy. Pare che Laurent e Gerhardt abbiano analizzata una sostanza già alterata.

Per la formazione dell'acido ditartrico si richiede una temperatura di 140-150°; la massa fusa non si gonfia. Sono state eseguite tre esperienze, con riguardo alle relazioni quantitative, nelle quali si trovò una perdita di 6,2, 6,09 e 6,45 p.c.; la perdita si calcola a 6 p.c. per una mezza molecola di acqua. Non sono riuscito ad ottenere un prodotto puro in quella maniera.

Da una parte un poco di acido metatartrico resta indecomposto mentrech'è d'altra parte si forma un poco di anidride tartrica alle pareti del crogiuolo, ove la temperatura è un poco più alta. L'accordo sopramentovato tra il calcolo e l'esperienza dunque non è di una grand'importanza. Ma è un fatto interessante, che io sia riuscito a preparare l'acido ditartrico per l'unione diretta di equivalenti uguali di acido metatartrico e isotartridico. L'esperienza si esegui in tubi chiusi nel bagno d'olio. Inoltre ho potuto ottenere ditartrati congiungendo direttamente i tartrati coll'acido isotartridico.

Quanto all'acido tartrelico di Fremy è da notarsi, che secondo le mie osservazioni deve esistere una temperatura, alla quale una mescolanza di equivalenti eguali di acido ditartrico e metatartrico possegga una certa stabilità. Due volte ho ottenuti sali di calce e di barite con 24,4 pc. di calce e 46,5 pc. di barite, numeri che s'accordano molto bene coi tartralati del Fremy, per i quali si calcola 24,1 pc. di calce e 46,6 pc. di barite. Fu per caso che Fremy abbia avuta una temperatura che favorisce la formazione di quella mescolanza. Quanto alla temperatura deve esservi uno sbaglio nella memoria del Fremy; mentrech'è a pag. 355 e 356 (l. c.) si cita 200° come la tem-

peratura di fusione e trasformazione dell'acido tartrico, troviamo più tardi (pag. 372 e 373) la notizia, che non debbasi oltrepassare una temperatura di 180° per la formazione dell'anidride. Questi due dati non possono conciliarsi; pare che invece di 200° deve leggersi 120°, una temperatura che anche secondo Erdmann è il punto di fusione; e di fatti l'acido non seccato a 100° fonde spesso a questa temperatura; è però da notarsi che 120° non bastano per la formazione delle modificazioni. Secondo le mie osservazioni l'acido tartrico seccato a 110° fonde quasi a 135° ma la massa fusa si solidifica a una temperatura più bassa, perchè essa non è più acido tartrico ma acido metatartrico; quest'ultimo fonde a quasi 120°. Del resto lo stesso Frémy opina che il suo acido tartralico sia una mescolanza di acido tartrico e tartrelico.

L'acido ditartrico è una sostanza gommosa deliquescente e di un sapore meno acido dell'acido tartrico; esso si discioglie nell'alcole, non nell'etere. Per la preparazione si pesano 15 o 20 grammi di anidride secca in un tubo pesato, si aggiunge una quantità equivalente di acido tartrico seccato a 110°, si agitano le sostanze nel tubo chiuso per produrre una mescolanza intima e si riscalda per un giorno a 160-170°. Conviene di adoperare un piccolo eccesso di anidride, perchè è difficile di evitare per parte di essa l'attrazione di acqua e perchè l'acido isotartridico, formando un sale calcico insolubile, si elimina facilmente.

Ottengansi i ditartrati per la doppia scomposizione ossivvero trattando gli acetati metallici con l'acido libero. Per questo scopo si adoperi l'acido greggio, in quanto che i sali dell'acido isotartridico insolubili si precipitano, mentrechè i ditartrati per lo più disciolgansi facilmente; sono soltanto i sali di bario e di piombo che si disciolgono poco; il sale di argento è solubile. Le soluzioni acquose sono precipitate dall'alcole; i sali alcalini si depongono sotto forma oleosa, gli altri in grandi fiocchi, che si prendono in massa agitandoli, e i quali, seccati coll'acido solforico, non si cambiano al contatto dell'aria. Il sale piombico è una polvere bianca. La circostanza che alcuni sali dell'acido ditartrico si depongono come olio per l'effetto dell'alcole, non prova niente contro la loro facoltà di poter cristallizzare. Negli

Annali di Liebig vol. CXXV. pag. 135, abbiamo comunicata una serie di esperienze, che dimostrano che il precipitato prodotto per l'alcole spesso offre un aspetto molto differente dai precipitati ottenuti in altra maniera.

I ditartrati depositi in forma resinosa ponno per il trattamento coll'alcole trasformarsi in sali cristallini, ma non si può in questa maniera toglierli le ultime parti di acqua. Se l'alcole si evapora risulta perciò di nuovo una massa resinosa, quantunque più densa della sostanza primitiva. Nel vuoto, sopra l'acido solforico, l'acqua può esser tolta quasi intieramente; l'acido solo non produce quest'effetto. Se dunque un sale seccato per l'acido solo si riscalda a 150-160 nel bagno d'aria, l'acqua se ne va soltanto in parte, una altra parte si combina col ditartrato e forma un metatartrato acido; quest'ultimo si dischioglie un poco nell'acqua. Laurent e Gerhardt determinando il metallo nei sali in tal modo seccati, ne conclusero che l'acido isotartrico abbia la stessa composizione dell'acido tartrico, ma sia un acido soltanto monobasico.

Per la formazione dei ditartrati per addizione diretta ho sperimentato sopra i sali di potassio, di calcio, di rame e di etile. Una mescolanza intima di tartrato bipotassico e anidride tartrica fu mantenuta allo stato fuso per qualche tempo e fu trattata con acqua dopo il raffreddamento.

Sempre formossi una quantità di bitartrato potassico, da una parte perchè l'anidride attrae dell'acqua nel tempo che si polverizza e si pesa, d'altra parte perchè un poco si trasforma in piro-prodotti e l'acqua liberandosi si combina coll'anidride indecomposta. Il sale potassico oleoso si precipita nella soluzione filtrata per mezzo dell'alcole e si dimostra come ditartrato per tutte le sue reazioni. Con una quantità insufficiente di acido tartrico il sale non dà precipitato, mentrechè il tartrato potassico fa nascere subito il bitartrato. Con una eccezione di acido tartrico il ditartrato si comporta come gli altri sali potassiei. Colla doppia decomposizione si preparano i sali di calce e di rame facilmente solubili. Pure il cloruro ferrico e i sali basici del cromo possono adoperarsi per distinguere l'acido ditartrico dall'acido tartrico. Se una soluzione di cloruro ferrico, aggiunta di un poco di acido tartrico, si me-

scola con una piccola quantità di potassa, si ha una colorazione più chiara senza precipitato; coll'acido ditartrico si ottiene un precipitato giallastro, che si discioglie con color arancio nell'eccesso di potassa. Il cloruro di cromo basico non dà precipitato coll'acido tartrico, mentre che le soluzioni allungate del cloruro coll'aggiunta dell'acido ditartrico si prendono in massa pastosa. Tutte queste reazioni, come pure la preparazione dei sali di argento e di piombo, si eseguirono coi sali di calce e di potassio ottenuti secondo differenti metodi. Se l'acido tartrico cristallizzato si fonde con celerità col tartrato bipotassico si forma pure una piccola quantità di ditartrato. Il bitartrato potassico riscaldato fino al principio della decomposizione non dà traccia di ditartrato. La formazione diretta del ditartrato ramico non riusciva, ma facilmente si ottenne il sale di calcio.

Se il tartrato calcico si fonde coll'anidride e la massa si tratta poi con acqua, la maggior parte si discioglie. Pure coll'acido tartrico cristallizzato se ne ottiene una discreta quantità. Wurtz e Friedel hanno dimostrato che il bilattato calcico perde dell'acqua riscaldandolo e si trasforma in dilattato; il bitartrato calcico si comporta nella stessa maniera. La soluzione ottenuta non può essere una soluzione di tartrato calcico nell'acido tartrico libero, adoperandosi per la preparazione il tartrato cristallizzato, che si discioglie pochissimo nell'acido tartrico; inoltre le reazioni sono essenzialmente differenti.

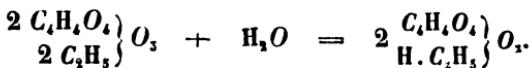
La formula $\frac{2 C_4H_4O_4}{H_2} \{O_3}$ dell'acido ditartrico si confermava

ancora con le analisi dei sali. Diamo nel seguente una rivista dei valori trovati paragonati ai valori calcolati e ai valori trovati da Laurent e Gerhardt.

	ossido		Laur. metatartrato e Ghd. ac. calcolato	
	calcolato	trovato		
$C_8H_8Ca_2O_{11}$	17,5 p. c.	17,3-17,8	15,7	16,6
$C_8H_8Ba_2O_{11}$	37,0	37,2-37,5	43,5	35,3
$C_8H_8Cu_2O_{11}$	23,2	23,1-23,4	22,4	22,1
$C_8H_8Pb_2O_{11}$	45,9	46,2-46,8		
$C_8H_8Ag_2O_{11}$	46,8	46,6		

I valori trovati da Laurent e Gerhardt convalidano la mia supposizione, che questi chimici abbiano analizzati composti già trasformati e si vede che nemmeno questi numeri possono servire per provare l'esistenza di un acido isotartrico isomero coll'acido tartrico.

Etere ditartrico. $\frac{2}{2} \frac{C_4H_4O_4}{C_2H_5} \} O_3$. Se equivalenti eguali di tartrato bietilico e anidride tartrica solubile si scalzano durante un giorno a 120° , si ha combinazione e il composto formato può esser separato dall'anidride in eccedenza per mezzo dell'etere anidro. L'etere ditartrico forma un liquido siropposo, che alla temperatura ordinaria si solidifica in una massa trasparente, e rassomigliante il grasso; a -12° non si mostra cristallizzazione. L'etere ditartrico è solubile nell'acqua, alcole e etere, senza odore, e senza sapore caratteristico. La soluzione acquosa si trasforma poco a poco in acido etilotartrico :



Riscaldato colla potassa caustica si ha trasformazione in bitartrato potassico.

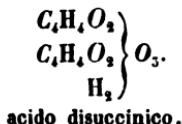
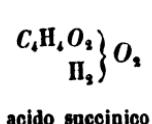
Etere tartrico. L'etere tartrico adoperato per l'esperienza precedente viene preparato nella maniera seguente. La soluzione alcolica dell'acido saturata di gas idroclorico si espone per qualche giorno alla luce solare diretta, poi si aggiunge tre o quattro volumi di un miscuglio di etere e di alcole; gli acidi idroclorico, tartrico e etilotartrico si saturano col carbonato baritico e si distilla il filtrato fino che il punto di ebollizione sia salito quasi a 90° . Il residuo si secca nel bagno maria. In questa maniera l'etere tartrico si ottiene come liquido oleoso, senza odore e d'un sapore acido debole. L'etere non è volatile.

Esperienze eseguite collo scopo di ottenere acidi che contenessero in una molecola più di due equivalenti di radicale tartrico non condussero a risultati favorevoli.

2.

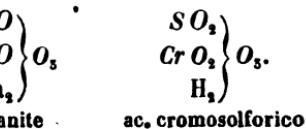
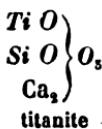
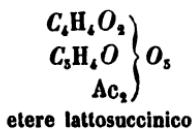
Acido disuccinico.

Aggiungiamo alcune notizie sul composto che nasce dall'acido succinico per eliminazione di acqua. Come l'acido tartrico anche l'acido succinico esposto al riscaldamento perde una mezza molecola di acqua. Basta sublimare l'acido per trasformarlo in una combinazione, che secondo l'analisi ha la composizione $C_8H_{10}O_7$. La relazione tra l'acido succinico e il prodotto della sublimazione si ha nelle formule



L'acido forma dei sali solubili nell'acqua, insolubili nell'alcole. L'acido libero non dà precipitato cogli acetati.

È già stato dimostrato da Wurtz e Friedel che l'acido succinico possa far parte di tali composti condensati; essi ottennero un etere che contiene in una molecola un equivalente di radicale lattico e uno di succinico. Quest'ultima combinazione può esser paragonata ai composti inorganici: titanite e acido cromosolforico.



Gli sperimenti riportati nel capitolo seguente dimostrano che queste combinazioni difatti possono essere ottenute in modi analoghi. Questa serie di esperienze ci mostrerà di nuovo come le dottrine della chimica organica possano direttamente adoperarsi all'avanzamento della chimica minerale.

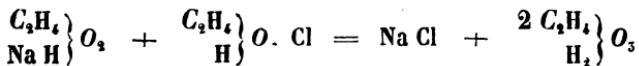
3.

Acido disolforico e dicromico.

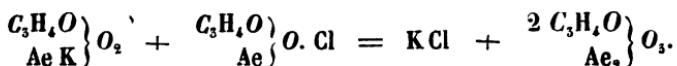
Nelle nostre ricerche sui prodotti della trasformazione dell'acido tartrico abbiamo già accennato, che queste combinazioni possono paragonarsi ai bisolfati e bicromati anidri e all'acido cromosolforico del Bolley.

La maggior parte de' chimici considereranno caduto il confine tra la chimica organica e inorganica, dacchè sappiamo preparare una grande serie di combinazioni organiche, partendo dagli elementi, e se una tale divisione della scienza chimica si conserva ancora, ciò si fa soltanto per ragioni di convenienza. Difatti le regolarità delle reazioni trovate nella chimica minerale già dai tempi del Berzelius si adattano alla chimica organica mentre che da un'altra parte le nuove scoperte nella chimica organica ci giovano all'intendimento dei processi della chimica minerale. Daremo in ciò che segue alcune notizie, che entrano in queste serie di fatti.

È stato ottenuto l'alcole dietilenico e l'etere dilattico facendo agire il glicole monosodico sul monocloridrato etilenico

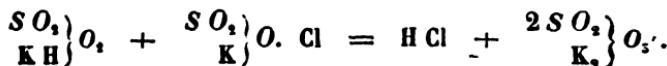


e l'etilolattato sodico sull'etere clorolattico

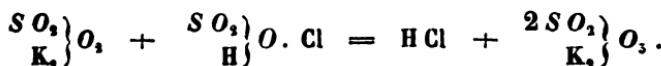


Abbiamo adoperato lo stesso modo di trasformazione all'acido solforico e cromico. Come punto di partenza ci servimmo del clorosolfato potassico del Rose, del cloro-cromato corrispondente del Péligot e del clorosolfato idrico, prodotto dall'azione del pentacloruro di fosforo sull'acido solforico concentrato. Facevamo reagire questi composti sui solfati e cromati potassici.

Se il clorosolfato potassico si fonde col bisolfato della stessa base, si sviluppa dell'acido idroclorico e il residuo consiste in disolfato potassico — il così detto bisolfato anidro.

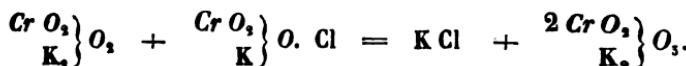


Si ottiene la stessa combinazione col sulfato bipotassico e il clorosolfato idrico.



Si vede facilmente l'analogia tra queste formule e quelle per la formazione dei composti organici testé mentovati.

Il cromato potassico rosso nasce subito, se il cromato giallo si espone all'azione del cloro-cromato.



La reazione mutua di questi sali pure ha luogo mescolandone le soluzioni acquose.

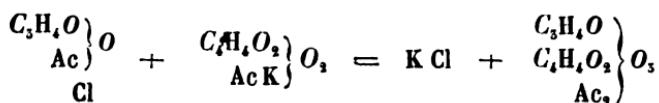
Siccome il clorocromato potassico si decompone al contatto dell'acqua, dovemmo adoperare come dissolvente l'acido idroclorico molto allungato, essendoci però assicurati per una serie di esperienze che la formazione del cromato rosso sia indipendente dalla presenza di quest'acido.

L'acido disolfurico — così designamo l'acido solforico detto di Nordhansen — può ottenersi per l'unione diretta dell'acido concentrato coll'anidride solforica. Bolley ha ottenuto l'acido cromosolfurico unendo all'acido solforico concentrato l'anidride cromica.



e quest'ultimo acido è tanto più paragonabile al derivato solforico, in quanto che gli acidi solforico e cromico sono isomorfi nelle loro combinazioni.

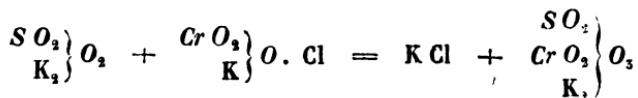
Per analogia di formazione dell'etero lattosuccinico coll'etero clorolattico e l'etilsuccinato potassico



abbiamo tentato di preparare il cromosolfato potassico per l'azione del cloro-cromato potassico sul solfato e bisolfato.

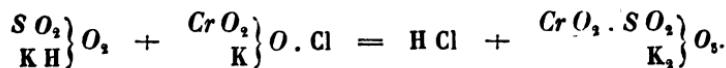
Il solfato bipotassico che fonde difficilmente, fonde con facilità in presenza del cloro-cromato e se si impiega una piccola eccedenza di solfato, l'acido idroclorico diluito non estrae più clorocromato dalla massa fusa polverizzata.

L'equazione



accenna la scomposizione di cui si tratta. Si ottengono soltanto piccole quantità di prodotti secondari se la temperatura non si alza troppo.

Pure il bisolfato potassico contribuisce alla formazione del cromosolfato, ma in questo caso si ha uno sviluppo di acido idroclorico.

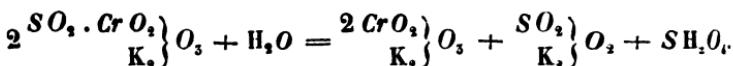


questa reazione non si adempie così pura; sempre si sviluppa un poco di cloro e di cloruro cromilico CrO_2Cl_2 .

Il cromosolfato potassico può anche esser ammesso nella massa fusa e omogenea, che si ottiene con equivalenti eguali di solfato e cromato rosso, come generalmente l'analogia degli

acidi disolfurico e dicromico coll' alcole dietilenico e gli acidi dilattico e ditartrico si mostra anche in ciò, che tutte le combinazioni possono ottersi per l'addizione diretta.

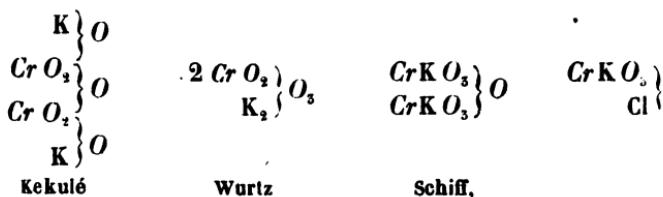
Il cromosolfato potassico possiede quasi lo stesso colore che il cromato rosso e anche le soluzioni sono egualmente colorate; è però da notarsi che l'acqua decomponne il sale trasformandolo in cromato rosso, sulfato bipotassico e acido solforico.



Finalmente il cromosolfato può formarsi per l'azione dell'acido solforico concentrato sopra un eccesso di soluzione concentrata di cromato rosso e qualche volta il sale si forma come prodotto secondario nella preparazione dell'acido cromico secondo il metodo del Fritzsche. Cercando di purificare il sale colla cristallizzazione dall'acqua, la sopraventovata scomposizione ha luogo, e si ottiene una mescolanza di cromato rosso e di sulfato, che, a cagione della solubilità quasi eguale, non si possono separare colla cristallizzazione. Non è dunque da maravigliarsi che Reinsch abbia potuto descrivere una tale mescolanza come un nuovo doppio sale. Si noti che l'analisi di Reinsch mostra una perdita di quasi 7 pc. Abbiamo inoltre descritte negli « *Annalen der chemie, und pharmacie*, Vol. CXXVI pag. 172 » alcune esperienze, che spiegano perchè, ad onta della solubilità quasi eguale, si ottenga colla cristallizzazione una mescolanza che contiene equivalenti — e non pesi — quasi eguali dei due sali.

In generale pare che gli acidi inorganici più facilmente degli organici possano fornire dei composti referibili ad un tipo più condensato. È in rapporto con questa circostanza che possono ottersi sali di tali acidi condensati, togliendo una parte della base ai sali neutri, metodo che non ha potuto adoperarsi finora nella chimica organica. Ne abbiamo esempi negli acidi borico, tunstico, molibdico, silicico, antimonicco e cromico. Di fatti abbiamo potuto preparare il dicromato potassico per l'azione del bitartrato potassico sul cromato neutro, un modo

di formazione che ha un interesse speciale per la circostanza che il dicromato si comporta in questo caso intieramente come un sale neutro. Negli *Annali di Liebig* Vol. CXX. pag. 210 ove abbiamo comunicata quest'esperienza, abbiamo allo stesso tempo accennato che le formule proposte per i così detti sali acidi anidri (anhydrosels del Laurent) da Kekulé, Wurtz e me, come p. es.

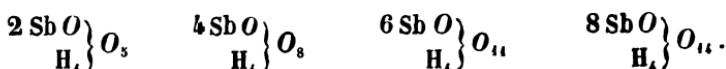


abbiano unicamente lo scopo di caratterizzare tali combinazioni come sali neutri.

Pure i derivati degli acidi stannico e antimonico che trovansi descritti nelle nostre ricerche sugli ossidi dello stagno, dell'antimonio e del bismuto possono riferirsi ai polistannati



e ai poli-antimonati



Rapporti simili si hanno per gli acidi borico e tunstico, e non dubitiamo che questo modo di formulazione adoperato conseguentemente ai silicati, renderà molto più semplici le formule dei silicati del regno minerale, finora molto complicate.

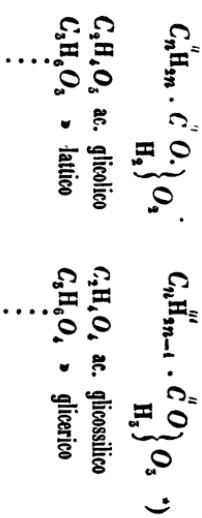
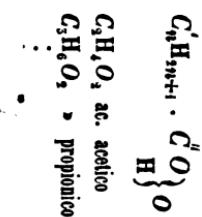
Parte Seconda.

Sulla relazione tra tipo e basicità con applicazione speciale agli acidi tartrico, isotartridico e citrico.

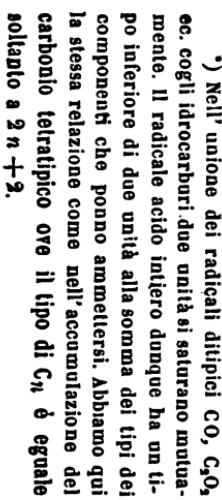
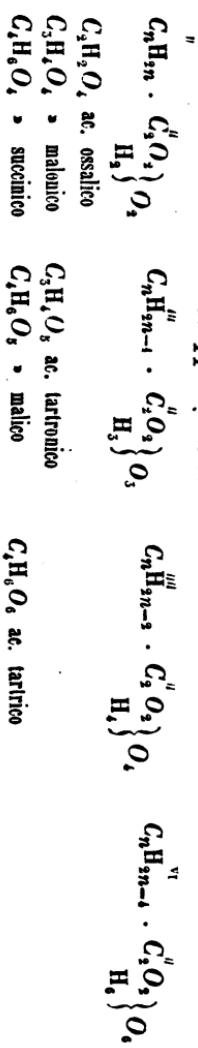
1.

Generalità.

Alcune serie di acidi organici differiscono fra loro essenzialmente nella maniera di comportarsi verso la potassa fusa; gli acidi grassi, quelli della serie lattica ec. forniscono un carbonato, mentrechè gli acidi della serie ossalica, alcuni acidi vegetali ec. danno un ossalato. Possiamo accennare questo nella formulazione in quanto che scriviamo separatamente il radicale carbonile CO negli uni, il radicale ossalile C_2O_4 , negli altri, come per CO è già stato adoperato da alcuni chimici. Troveremo poi che il resto del radicale acido consiste in un idrocarburo che percorre la serie C_nH_{2n} , C_nH_{2n-1} , C_nH_{2n-2} ec. Nello schema seguente la basicità del radicale è espressa dal numero degli equivalenti di ossigeno trovantisi nel radicale (Kekulé); abbiamo inoltre il vantaggio, di avere il tipo (l' atomicità) della combinazione dal tipo dell'idro-carburo combinato con CO o C_2O_4 .



Gruppo carbonilico.



Si vede che il sistema precedente contiene una riconciliazione fra i sistemi di Kekulé (*Annali di Liebig* CXVII. pag. 128) e di Schiel (l. c. CXVI. pag. 107), che pajono escludersi. Il gruppo carbonilico contiene tutte le serie di ossidazione di C_nH_{2n} , il gruppo ossalilico quelle di C_nH_{2n-2} ec.; troviamo nel primo gruppo tutti gli acidi monobasici, tutti i bibasici nel secondo ec. In ultimo la prima serie verticale contiene gli acidi monotipici, la seconda i ditipici ec. ec.

Questa disposizione contiene inoltre i principii per una regola di basicità senza riguardo alle formule razionali e permette di esporre una relazione tra il tipo e la basicità.

Designamo la basicità (il numero degli equivalenti d'idrogeno facile a sostituirsi) con B, e il tipo con T e riportando tutti gli acidi precedenti alla formula generale $C_nH_{2n-x}O_y$ avremo le relazioni seguenti:

I. per $x = 0$ è $B = 1$

$$\rightarrow x = 2 \rightarrow B = 2$$

$$\rightarrow x = 4 \rightarrow B = 3$$

$$\rightarrow x = 2a \rightarrow B = (1 + a) \text{ e come}$$

$$\frac{x}{2} = a \rightarrow B = 1 + \frac{x}{2}$$

II. per $B = 1$ e $y = 2$ è $T = 1 = 2-1$

$$\rightarrow B = 1 \rightarrow y = 3 \rightarrow T = 2 = 3-1$$

$$\rightarrow B = 2 \rightarrow y = 5 \rightarrow T = 3 = 5-2.$$

generalizzando dunque, è $T = y - B$, e se B è sostituito dal suo valore trovato in I., otteniamo per il tipo la formula

$$T = y - \left(1 + \frac{x}{2}\right).$$

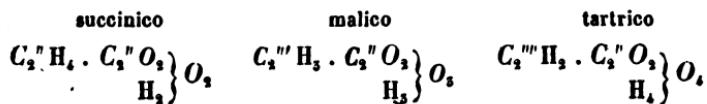
Queste formule permettono di dedurre la basicità e il tipo degli acidi soltanto dal rapporto mutuo tra gli equivalenti dei costituenti. Avremo p. e.

Acido acetico	$C_2H_4O_2$	B = 1	T = 1
• lattico	$C_3H_6O_3$	B = 1	T = 2
• sebacico	$C_{10}H_{18}O_4$	B = 2	T = 2
• citrico	$C_6H_8O_7$	B = 3	T = 4
• mucico	$C_6H_{10}O_8$	B = 2	T = 6
Alcole etilico	C_2H_6O	B = 0	T = 1 (x = -2)
• glicolico	$C_2H_6O_2$	B = 0	T = 2
• glicerico	$C_3H_8O_3$	B = 0	T = 3.

Come C_nH_{2n} degli acidi mentovati si trasforma in C_nH_{2n-2} per gli acidi aromatici, le formule per calcolare B e T potranno raccomodarsi anche per questi acidi. Però non crediamo che queste formule siano di una applicazione generale.

2.^o*Sull'acido isotartridico.*

Se accenniamo colle formule seguenti le relazioni tra gli acidi



l'acido tartrico ci si rappresenta come un acido tetratipico e bibasico. Ma dagli acidi politipici possono eliminarsi due equivalenti d'idrogeno sotto forma di acqua, dimodochè rimangono degli acidi ancora mono o bibasici. L'acido tartrico in tal maniera si trasforma in acido isotartridico

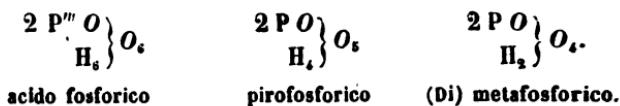


Per dare un esempio rientrando nella chimica minrale, questi composti offrono appunto le stesse relazioni, come
Vol. XVIII.

i silicati neutri idrati RO , $SiO_2 + HO$, e anidri RO , SiO_2 ($Si = 28$, $O = 8$).



o come



Da questo punto di vista aveva un interesse di verificare e convalidare con nuove esperienze la notizia di Laurent e Gerhardt, che l'anidride tartrica solubile contenga ancora dell'idrogeno sostituibile. L'anidride solubile esposta all'azione degli alcali si trasforma facilmente in acido ditartrico; questa trasformazione si adempie dopo qualche tempo anche nella soluzione acquosa, e sarebbe possibile, che vi sia qui uno sbaglio come nell'acido isotartrico, specialmente in quanto che le analisi di Fremy possono adattarsi anche ai sali ditartrici.

Ma le nostre ricerche mostrarono subito, che la combinazione differisce dall'acido ditartrico, specialmente quanto all'insolubilità dei sali di calce, barite e rame. Questi sali combinandosi coll'acqua non formano ditartrati, ma si trasformano in metatartrati. I sali alcalini dell'acido tartridico si comportano in altra maniera. Essi si trasformano con celerità in ditartrati e per questa ragione non potevo mai ottenere percenti di potassio accordandosi coi numeri calcolati. Si prepara il sale calcico mescolando con alcole la soluzione mista di acido tartridico e di acetato potassico; l'olio deponendosi si lava alcune volte con alcole, si discioglie nell'acqua e si precipita con acetato calcico. L'operazione eseguita con piccole quantità richiede soltanto cinque minuti, ma nondimeno si forma sempre una quantità considerevole di ditartrato solubile, e precipitabile con alcole. Abbiamo verificato la composizione di alcuni sali tartridici, determinando la quantità di ossido contenutovi,

Nel quadro seguente si vedono i numeri trovati paragonati ai numeri calcolati e a quelli trovati da Fremy e da Laurent e Gerhardt.

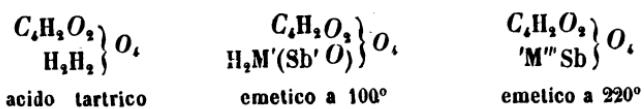
	<i>ossido calcolato</i>	<i>Schiff</i>	<i>Fremy</i>	<i>Laur. e Ghdt.</i>
$C_4H_3 Ca O_5$	18,6 p. c.	18,7	17,4	18,1
$C_4H_3 Ba O_5$	38,3	38,1	37,5	37,5
$C_4H_3 Pb O_5$	47,6	47,4	46,9	47,2
$C_4H_3 Cu O_5$	24,5	24,8	—	—

Da queste osservazioni e da un'esperienza di Laurent e Gerhardt, che fa travedere l'esistenza di un sale piombico $C_4H_3Pb_2O_5$, resulta che la così detta anidride tartrica solubile è un acido monobasico e ditipico.

3.^o

Basicità dell'acido tartrico.

In intima relazione coll' esistenza dell'acido tartridico sta la questione già spesso discussa sul rapporto dei tartrati emetici seccati a 100° e a 220°. Partendo dalla formula $C_4H_4M(Sb O)O_5$ degli emetici, Laurent e Gerhardt considerano come sali tartridici $C_4H_4M(Sb O)O_5$ i sali seccati a alta temperatura. Sono già sei anni che ho invece mostrato (*Annali di Liebig* CIV. 329) come sia superfluo di riferire questi composti a un altro acido. Ora, che la natura tetratipica dell'acido tartrico è riconosciuta da molti chimici, le formule tipicamente scritte :



saranno più generalmente accettate e si formuleranno nello stesso modo i sali analoghi

Tartrato potassoborilico	$C_4H_4K(B' O)O_6$ a 100°
» potassoborico	$C_4H_4K B''' O_6$ a 285°
» antimonico	$C_4H_4(Sb' O)_2O_6$ a 100°
» "	$C_4H_4Sb'''(Sb' O)O_6$ a 190°
» bismutopotassico	$C_4H_4K Bi''' O_6$ a 100°
» ferropotassico	$C_4H_4K Fe''' O_6$ *)
» potassoferrilico	$C_4H_4K(Fe O)O_6$.

Non riuscivo a trovare una differenza nelle reazioni di una soluzione di tartrato emetico, paragonate a quelle di una soluzione recentemente preparata del sale seccato a 220°. Sappiamo che i sali dell'acido tartridico non si trasformano in tartrati, dunque non può ammettersi, che il sale al momento della soluzione si sia congiunto con una molecola di acqua. È vero che Berzelius ha isolato un acido differente dall'acido tartrico, decomponendo il sale sospeso in alcole assoluto bollente per mezzo dell' idrogeno solforato, una scomposizione che esige molto tempo. Ma se il concetto della scienza non è il negare i fatti, altresì lo spiegarli, sappiamo oggidì, che nelle condizioni, in cui lavorava Berzelius, nascere dovette dell'acido etilotartrico. Non è anche verosimile, che l'acido tartrico in presenza di una quantità sufficiente di base si trasformi in una delle modificazioni; anzi in molti casi osserviamo che i sali degli acidi modificati si trasformano in acido tartrico a una temperatura alta. Se in ultimo i tartrati, comportandosi come l'acido libero, per una eliminazione di H_2O si trasformerebbero in sali tartridici, non si potrebbe spiegare perchè soltanto alcuni e non tutti i tartrati subiscono questa trasformazione. Le esperienze ad esporsi in appresso dimostreranno, che i tartrati seccati ad alta temperatura non contengono acido tartridico.

*) La parte meno solubile di un tartrato ferropotassico seccato a alta temperatura, mostrava la composizione :

	$C_4H_4K Fe O_6$	
potassa	20,6 p. c.	19,5 p. c.
ossido ferrico	35,8 "	33,2 "
acido	45,6 "	47,3 "

Nella nostra Memoria sull'acido ditartrico abbiamo mostrato che il sale cromico dell'acido tartridico direttamente ottenuto, formi flocchi insolubili verdi. D'altra parte abbiamo eliminata dell'acqua dal tartrato cromico per poter paragonare questo prodotto col sale tartridico. — L'acido tartrico coll'idrato cromico fornisce una soluzione violetta che per un aggiunto di alcole, fa precipitare flocchi dello stesso colore; questi ultimi seccati per l'acido solforico danno un sale solubile di un azzurro scuro. Gli alcali formano subito un doppiosale colla combinazione violetta; alcali in eccesso non ne precipita l'ossido cromico, neppure alla temperatura dell'ebollizione. Il sale seccato a 130° ha la composizione $C_4H_5(CrO)O_6$ (trovato 35,7, calcolato 35,6 p. c. di ossido) e perde a 220° 8,1 p. C. di acqua, corrispondente a una molecola (calcolato 8,22 p. c.). Il residuo $C_4H_5Cr''O_6$ è una polvere violetta solubile nell'acqua e affatto differente dal sale tartridico. Quanto alla composizione questo sale potrebbe considerarsi ancora come isotartrato; ma l'esperienza seguente ci fa conoscere un sale contenendo quattro equivalenti di metallo, un sale che non è possibile di considerarsi come isotartrato.

Il tartrato piombico si discioglie facilmente nell'ammoniaca concentrata e la soluzione saturata forma una gelatina solida e chiara come dell'acqua. Se questa gelatina si diluisce con acqua, e la soluzione si porta all'ebollizione, un sale bianco della composizione $Pb_2O, C_4H_4Pb_2O_6$ non tarda a precipitarsi. Questo sale a 130° perde ancora una molecola di acqua = H_2O (trovato 3,1 — 3,3 p. c. calcolato 3,1 p. c.) e si ottiene il composto $C_4H_4Pb_2O_6$ sotto forma di una polvere bianca (ossido trovato 79,7 — 79,9 p. C, calcolato 79,8 p. C.). Sospeso nell'acqua questo sale si decompone facilmente per l'idrogeno solforato e la soluzione poi contiene dell'acido tartrico ordinario. Non è dubbio che abbiamo qui un sale tetratipico dell'acido tartrico, che non può esser riferito all'acido tartridico. Dunque ponno ottenersi, come degli acidi lattico, salicilico ec. anche dell'acido tartrico dei sali corrispondenti al tipo, se le quantità volute di metallo sono introdotte nelle condizioni appropriate. Esperienze in cui i tartrati di piombo, di rame, di zinco mescolati intimamente cogli ossidi rispettivi, furono esposti a una

alta temperatura, non fecero osservare eliminazione di acqua.

Il sale precipitato dà una soluzione di cloruro stannoso per mezzo di tartrato potassico, ha la composizione C_4H_4Sn', O_6 a 130° (ossido trovato 56,33, calcolato 56,4 p. c.). Speravo che questo sale a una alta temperatura, ossidandosi per l'ossigeno dell'aria, potesse trasformarsi nel sale stannico tetratrico $C_4H_4Sn'''O_6$. Ma lo stesso riscaldamento fino al principio della scomposizione non forniva risultato. Un sal basico non potè ottersi coll' ammuniaca. Cogli alcali fissi sì formano doppiosali.

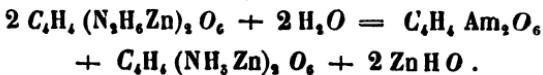
Il tartrato di zinco, precipitato dall'acetato per l'acido libero, forma una polvere cristallina bianca della formula $C_4H_4Zn, O_6 + 2H_2O$.

	<i>trovato</i>	<i>calcolato</i>
ossido	32,4	32,3 p. c.
acqua	14,5	14,5.

La soluzione concentrata nell' ammuniaca rassomiglia la colla d'amido; allungata e bollita depone un sale ammistannoso mentrechè la soluzione contiene del tartrato ammonico. Il sale ha la formula



e formasi secondo l'equazione



Può darsi che il sale sia soltanto una mescolanza d'idrato di zinco, col tartrato ammistannoso. A 160° il sale perde una molecola di acqua e la metà dell' ammuniaca; a 200° il sale comincia a decomporsi senza eliminazione dell'altra metà dell' ammuniaca. Dovevo dunque rinunciare alla preparazione del sale $C_4H_4Zn_4O_6$.

4.⁰

Basicità dell'acido citrico.

Per vedere se l'acido citrico si comporti in una maniera analoga all'acido tartrico, si prendeva il citrato ferrico, sale

sul quale oltrediciò mancano dati esatti. Il sale preparato per l'ebollizione dell'acido con una eccedenza di idrato ferrico recentemente precipitato, mostrava la composizione $C_6H_4(FeO)O_7 + 2H_2O$. A 130° il sale perde $1\frac{1}{2}H_2O$ e ancora una tale quantità a 150° dimodochè si ottiene il sale tetratipico



	calcolato	trovato
perdita a 130°	9,0	9,0 p. c.
a 150°	9,2	9,1
ossido ferrico	26,8	26,8.

Questo sale è intieramente solubile nell'acqua e anzi si dischioglie più facilmente che il sale originale. Un composto ammoniacale preparato di questo citrato ferrico seccato a 170° lasciò un sale della stessa composizione $C_6H_4Fe'''O_7$ (ossido calcolato 32,7 trovato 32,9 p. c.). Un prodotto in fogliette rosse risplendenti, che nella Francia si vende come « *citrato de fer* » conteneva anch'esso dell'ammoniaca, ma senza esser deliquescente come il citrato ferroammonico ordinario. La composizione del sal francese corrisponde quasi alla formula



Le quattro molecole di acqua vanno via a 110° , a 200° oltre dell'ammoniaca si elimina ancora un'altra molecola di acqua e si ottiene un sale $C_6H_4Fe'''(Fe' O)O_7$ paragonabile al tartrato antimonilico $C_6H_4Sb'''(Sb' O)O_6$ seccato a 190° .

Esiste anche un tale citrato tetratipico saturato col rame. Il sale bleu-verdastro della formula $CuH_4O, C_6H_4Cu_3O_7 + H_2O$ perde a 150° due molecole di acqua, producendo il sale $C_6H_4Cu_4O_7$. — Questi dati dimostrano che pure nell'acido citrico nelle circostanze appropriate tutti i quattro equivalenti d'idrogeno tipico ponno esser sostituiti dai metalli.

Laboratorio chimico di Pisa

Aprile 1864.

INTORNO ALLA STRUTTURA ED AI MOVIMENTI DELLE CELLULE
DI SEGMENTAZIONE DELL'UOVO DI RANA; STUDJ DEL D.
MASSIMILIANO CAV. DI VINTSCHGAU PROF. DI FISIOLOGIA
NELL'I. E R. UNIVERSITA' DI PADOVA.

Lo studio della struttura delle cellule, dei loro movimenti, delle loro metamorfosi come è di somma importanza e di sommo interesse, si è pure dall'altro canto uno dei più difficili, e prova ne siano le moltipli controversie intorno ai varii punti dell'animale istologia.

Una delle questioni agitate con grande calore negli ultimi anni si è: se tutte le cellule debbano essere fornite di una membrana.

Nell'anno decorso presi in esame i corpuscoli sanguigni della rana, attualmente studiai le cellule provenienti dalla segmentazione del vitello, e mi limitai alle uova di rana, come quelle che più facilmente avere si possono, e con maggiore agio sottoporre ad attenta osservazione. L'attuale studio non può al certo parere ozioso, poichè l'embrione da quelle cellule si sviluppa, e dall'ammettere o dal negare l'esistenza di una membrana dipendono in gran parte le teorie sullo sviluppo delle cellule e della sostanza intercellulare.

La prima questione che si presenta si è di sapere se il vitello, oltre d'essere circoscritto dalla membrana vitellina, sia ancora circondato da una membrana particolare, poichè, dimo-

strata la sua esistenza, converrebbe, nello studio della segmentazione del vitello, tenere conto del modo con cui essa si comporta durante quel processo.

La seconda questione si è di sapere se le cellule di segmentazione sieno fornite di una membrana esterna o meno, e se sarà possibile di dimostrarne con tutta certezza l'esistenza nelle cellule, che in forza della segmentazione si formano, si potrà forse con probabilità asserire; esistere essa ancora prima che incominci quel processo sì rimarchevole e di tanta importanza per lo sviluppo dell'animale organismo.

Essendo la segmentazione del vitello un fenomeno comune si può dire a tutti gli animali che si sviluppano per uova, ed essendo l'apparenza esterna di questo processo, eguale in tutte le uova, così è molto probabile che anche l'intima sua essenza sia per tutte eguale, è da questo forse che le conseguenze dedotte dall'osservazione istituita sopra uno o parecchi animali vennero in generale estese a tutto il regno animale. Troppo mi dilungherei se estesamente riferire volessi tutto che venne scritto intorno a tale oggetto, e mi sto contento d'accennare in breve quanto giunse a mia cognizione fermandomi solo più a lungo sugli autori che versarono intorno allo sviluppo delle rane, essendo state queste appunto, come dissi l'oggetto dei miei studii nei mesi di primavera or ora passati.

Quantunque la segmentazione del vitello dell'uovo di rana sia stata descritta da Prevost e Dumas, da Rusconi, da Baumgärtner e da varii altri, pure la descrizione migliore, è quella a cui gli autori posteriori poco o forse nulla aggiunsero per rispetto ai fenomeni superficiali di questo processo, si è quella di Baer (1). Ma di questa sua descrizione per l'attuale studio c'interessano soltanto i seguenti punti.

All'emisfero oscuro dell'uovo di rana, subito sotto alla membrana vitellina, esiste, secondo Baer, uno strato sottile di una massa oscura, strato ch'egli chiama indumento (Ueberzug), e sotto di questo trovasi dapprima una massa grigio-oscura,

(1) Baer, *Die Metamorphose des Eies der Batrachier vor der Erscheinung des Embrio und Folgerungen aus Ihr für die Theorie der Erzeugung*. Müller's, *Archiv. für Anatomie, Phys. etc.* 1834.

poi un altro grigio-chiara, la quale va a rivestire l° emisfero chiaro, mancando in questo l'indumento (p. 485). Egli non considera questi strati come membrane particolari, poichè, quantunque descrivendo la formazione del primo solco meridiano (p. 486) dica che i suoi bordi mostrino delle pieghe sottili, le quali presto svaniscono, che qualche volta s'osservi un leggero tremolio nella massa vicina a questo solco, che alla formazione di quest'ultimo concorra pure l'indumento (p. 487), il quale non giunge però fino alla parte più profonda del solco, ma in quella vece si rompe (p. 488), avverte che per l'azione degli acidi, i quali indurano le uova, questo indumento diviene di un colore bruno scuro (p. 507).

Bergmann (1), quantunque a lui sembrino alcuni argomenti parlare in favore, altri contro l'esistenza di una membrana nelle cellule di segmentazione dell'uovo di rana, inclina, almeno per quelle dei primi stadii, a credere ch'essa manchi e si formi solo più tardi.

Bischoff (2), il quale pubblicò degli studii molto accurati sullo sviluppo dei mammiferi, negò insieme con Baer e Costez l'esistenza d'una membranella particolare circondante il vitello e situata subito sotto alla membrana vitellina venendo la sua esistenza, per quanto riferisce il Bischoff, sostenuta da Valentin, da Krause, da Whorton Jones, da Barry, da R. Wagner, da Bernhardt, da H. Meier da Reichert. Il Bischoff nel libro testè citato (3), nonchè nei lavori posteriori, risguardanti lo sviluppo del coniglio e del capriuolo, nega alle cellule di segmentazione dell'ovicino dei mammiferi in genere il nome di cellule, perchè mancanti di tutti gli attributi che a queste spettano, e vuole che esse sieno soltanto agglomerati delle parti costituenti il vitello. Egli dice infatti: che intorno ad esse non si può scorgere una membrana particolare, che nel loro interno non si osserva il nucleo ammesso da Barry, che a mezzo dell'acido acetico non vide sciogliersi la membrana, nè apparire un nu-

(1) Bergmann, *Die Zerklüftung und Zellenbildung im Froschdotter*. Müller's, Archiv. etc. 1841, pag. 89-102.

(2) Bischoff Th. L. W. *Entwickelungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen*. Leipzig, 1842, p. 13, 14, 55.

(3) Bischoff, op. cit., p. 55, 56.

cleo, né il contenuto divenire trasparente, e che finalmente a mezzo del compressorio non appare una membrana.

Per seguire esattamente l'ordine cronologico dovrei ricordare i lavori di Reichert e di Remak, i quali sostennero e sostengono tuttora l'esistenza di una membrana particolare intorno al vitello non segmentato, ed intorno alle cellule, che dalla segmentazione prevengono; ma siccome fa mestieri di esaminare attentamente le ragioni da essi addotte, così parmi più opportuno riservare questo esame dopo di avere toccato brevemente quanto altri scrissero su tale oggetto.

Meissner (1) descrive una membrana particolare intorno al vitello delle uova di *Echinus esculentus*, membrana da lui paragonata a quella descritta da Remak nelle uova dei batraciani, da M. Schultze in quelle del *Petromyzon*.

Gegenbaur, nella monografia che tratta dello sviluppo dell'uovo di quei vertebrati, nei quali quello presenta solo una segmentazione parziale (2), non dice che oltre la membrana vitellina ne esista un'altra particolare e da quella distinta; ed in altro lavoro (3) nega alle prime cellule di segmentazione dell'uovo di *Didemnum gelatinosum* una particolare membrana.

M. Schultze (4), il quale, ripetendo gli esperimenti col metodo di Remak, credeva di avere dimostrato una membrana particolare intorno alle cellule di segmentazione delle uova di *Petromyzon Plancri*, dice che nuovi studii gli dimostrarono molto dubbio quel metodo d'osservazione.

Kölliker (5) e Rathke (6) negano pure una particolare membrana alle cellule di segmentazione.

(1) Meissner, Ueber die Befruchtung des Eies von *Echinus esculentus*, Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel III, 1856, p. 374. Henle und Meissner Jahresbericht, etc. im Jahre 1856.

(2) C. Gegenbaur, Ueber den Bau und die Entwicklung der Wirbeltiere mit partieller Dottertheilung Reichert und Du-Bois, Archiv. etc. 1861, p. 491.

(3) C. Gegenbaur, Ueber *Didemnum gelatinosum*. M. Ed. Reichert und Du-Bois. Archiv. 1862, p. 157.

(4) M. Schultze, Ueber Muskelkörperchen und das was man eine Zelle zu nennen habe. Reichert und Du-Bois, Archiv. 1861, p. 9.

(5) A. Kölliker, Entwicklungsgeschichte der Säugetiere und des Menschen. Leipzig. 1861, p. 51.

(6) Bathke, Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Leipzig, 1861, p. 15 e 17.

Vedendo come la massima parte degli autori s'accordino su questo punto potrebbe sembrare che i miei studii se non inutili certo fossero soverchii, ma considerando l'importanza di tali cellule ed il calore con cui Reichert e Remak difendono i loro asserti, non credo che possa tornare del tutto inutile questo mio tenue lavoro.

Dei vari scritti da Reichert pubblicati sull'embriologia farò parola solo di quelli nei quali viene trattata la questione: se le cellule di segmentazione sieno fornite di una membrana.

Il Reichert, nel libro che tratta dello sviluppo della rana e degli uccelli (1), dopo descritto l'aspetto esterno delle cellule di segmentazione si fa la domanda se esse siano vere cellule; a cui affermativamente risponde. Egli adduce i seguenti motivi: È ben vero che nè la membrana nè il nucleo si possono vedere, ma, osservando che i granuli non si disgregano, che il contorno delle cellule è liscio malgrado le laminette vitelline che contengono, che queste, compressa una di quelle, sortono come da una specie di fessura, che per questa stessa compressione appajono i nuclei, che quelle cellule mostrano una divisione, e finalmente che, quando l'embrione cominciò a svilupparsi, la membrana può venire scorta con tutta certezza, non v'ha dubbio essere esse vere cellule.

Un anno più tardi il Reichert pubblicò una Memoria sulla segmentazione dell'ovicino di rana (2), la quale fu in parte scritta per combattere le opinioni emesse nello stesso anno da Bergmann (op. cit.). Reichert, per le sue osservazioni instituite unitamente a Du-Bois, vuole che la segmentazione dell'ovicino di rana altro non sia che un continuo sprigionarsi di cellule racchiuse nelle cellule madri; vale a dire, egli vuole che il vitellino, oltre di essere circondato dalla membrana vitellina, possa una membrana particolare, la quale racchiuda le prime due cellule di segmentazione, ognuna di queste ne contenga di minori, queste delle altre ancora più piccole e così via discorrendo: ognuna di queste cellule deve essere fornita di una

(1) Reichert, *Das Entwicklungsleben im Wiabelthier-Reich*. Berlin 1840, p. 7.

(2) Reichert, *Ueber den Furchungs process der Bathrachier-Eier*. Müller's, Archiv. etc. 1841, p. 523-541.

membrana esterna. Pur troppo questa non fu che una ipotesi, la quale dovette venire abbandonata ben presto dal Reichert stesso; ma era necessario l'accennarla portando egli in campo un argomento particolare per dimostrare che le prime due cellule hanno una membrana.

Riguardo a quella membrana particolare distinta dalla membrana vitellina, che fino d'ora chiamerò ovo-cellulare per brevità di discorso e perchè Remak, altro sostenitore di tale membrana, le diede un nome simile (Eizellen-membran) il Reichert (p. 537) ne suppone l'esistenza, ma non adduce alcuna prova.

Per l'esistenza di una membrana particolare intorno alle prime due cellule provenienti dalla segmentazione ricordo l'osservazione fatta già da Baer (1), che i bordi dei solchi meridiani e dell'equatoriale sono forniti di pieghe eleganti e sottili, numerose quando il solco comincia a formarsi, ma che diminuiscono mano mano ch'esso diviene più profondo; apparendone in quella vece di nuove nel procedere ch'esso fa verso la periferia del vitello, e solo dopo ch'esso è compiuto sono pure sparite le pieghe (p. 534 e 535). Il Reichert conchiude col dire che queste pieghe dimostrano non essere le cellule ignude, ma circondate da una membrana; egli spiega il modo di formazione di quelle pieghe partendo dall'ipotesi sopra accennata. Per dimostrare l'esistenza della membrana nelle cellule minori ricorre alla diffusione (p. 531), nonchè al potere che ha lo spirito di vino di far indurare le cellule di segmentazione e conservare la loro forma (p. 536).

Alcuni anni più tardi il Reichert pubblicò un'altra Memoria, in cui descrive assai dettagliatamente la segmentazione dell'uovo di *Strongylus auricularis* (2), e giunge ad un risultato differente da quello pubblicato nella precedente: vuole cioè che il vitello secondato si circondi di una membrana particolare e rappresenti ora la prima cellula di segmentazione (p. 213); questa genera due cellule figlie; raggiunto da queste un perfetto sviluppo scompare la membrana della cellula madre, e di-

(1) Baer, op. cit. p. 486,

(2) Reichert. *Der Furchungs-process und die sogennante Zellenbildung um Inhaltsportionen.* Müller's, Archiv. etc. 1846, p. 196-282.

vengono esse alla loro volta madri d'altre cellule; ben di leggieri si scorge che questa teoria della segmentazione è differente dalla precedente. Ma quali sono gli argomenti per dimostrare l'esistenza di queste membrane? La sola diffusione, vale a dire, il palesarsi per l'azione dell'acqua di una zona chiara e trasparente o intorno al vitello o intorno alle singole cellule di segmentazione (p. 216 e 237).

Nel 1857 il Reichert (1), senza però aver fatto alcun ulteriore studio, pubblicò di nuovo l'opinione sua altra volta espressa (2) intorno alla segmentazione del vitello, sostenendo che le due prime cellule sono fornite di una membrana, perchè, come fu già detto, presentano ai bordi dei due primi solchi di divisione delle sottili pieghe, argomento dal Reichert assai di frequente addotto; di fatto si trova e nel Resoconto dei progressi dell'anatomia microscopica nell'anno 1852 (3) ed in un breve articolo pubblicato nell'Archivio di Reichert e Du-bois dell'anno 1861 (4).

L'ultima Memoria sull'argomento in discorso fu pubblicata da Reichert nel gennaio dell'anno corrente (5), la quale però non è ancora compiuta. Nella parte fin'ora pubblicata sottopone a severa critica i lavori di Schultze e di Brücke, e parla della così detta teoria delle cellule, nonchè dei movimenti della sostanza sarcode; anche in questa Memoria il Reichert ricorda quelle pieghe osservate ai bordi dei solchi.

Remak, sostiene con grande calore non solo l'esistenza di una membrana intorno alle cellule di segmentazione, ma vuole ancora che il vitello sia circondato da una membrana sua particolare da lui chiamata, come dissi, inembrana ovo-cellulare.

(1) Reichert, Bericht über die Fortschritte der mikroskopischen Anatomie im Jahre 1856, p. 20. Müller's, Archiv. etc. 1857.

(2) Reichert, Der Furchungs-process etc. Müller's. Archiv. 1846 etc. p. 196-282.

(3) Reichert, Bericht über die Fortschritte etc. im Jahre 1851, p. 82. Müller's, Archiv 1852.

(4) Reichert, Der Faltenkranz an den beiden ersten Furchungskugeln des Froschdotters und seine Bedeutung für die Lehre der Zelle. Reichert. und Du-Bois. Archiv. 1861, p. 153.

(5) Reichert, Ueber die neueren Reformen in der Zellenlehre. Rechert, und Du-Bois, Archiv. 1863, p. 86.

In molti scritti difese di Remak questa sua opinione, i quali vennero per la massima parte pubblicati nell'archivio di Giovanni Müller; essi si trovano compendiati nella sua grande opera, che tratta dello sviluppo degli animali vertebrali (1), per il che io a quest'ultima mi atterrò.

Il Remak, conservando le uova di rana in un miscuglio di acqua, di alcool, di zolfato di rame e di acido acetico pirolengoso, delle quali sostanze egli ci dà la relativa proporzione (p. 127), potè da uova non segmentate isolare la membrana ovo-cellulare, le cui proprietà sono: di resistere all'azione degli acidi diluiti, non però a quella dell'acido acetico concentrato e degli alcali (p. 130 e 131). A mezzo di questo miscuglio egli potè inoltre isolare una membranella particolare dalle cellule di segmentazione, per ciò egli conchiude colle seguenti parole: « Io credo dopo un attento esame di tutti i periodi della segmentazione di potere stabilire la legge che la membrana nella ovo-cellulare stessa ed i processi, da questa formati durante il periodo della segmentazione, involgano tutte le cellule da questa provenienti ».

Il Remak stesso riconosce quanto debole sia questo suo argomento tolto dall'azione del sopraccitato miscuglio, che non può fare a meno di ricordare che fino dall'anno 1844 aveva egli isolato in uova di rane, trattate con semplice acqua, o con una soluzione di zucchero, una membranella particolare molto esile e levigata, come egli rileva da alcune note fatte in quell'epoca (p. 131). In seguito, riepilogando tutti i fatti spettanti la storia dello sviluppo delle cellule, dice che questa membrana ovo-cellulare acquista una esistenza sua propria indipendente solo allora che incomincia il processo della segmentazione.

Il Remak termina (p. 174) l'esposizione di tutte le questioni, che possono insorgere sul modo di comportarsi di questa membrana durante la segmentazione, coll'osservare: che pure ammettere si potrebbe non essere la membrana che la parte periferica del protoplasma un poco più densa del rimanente. Per combattere questa obbiezione fa le seguenti consi-

(1) Remak, *Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere*.
Berlin, 1850-1855.

derazioni: i varii reattivi rendono questa membrana indipendente dal protoplasma; il non espandersi del protoplasma, dopo sollevata la membrana, dipende o perchè questo ha un involucro od un agglutinamento particolare, l'uno e l'altro dei quali assicura un margine distinto quando la membrana per il suo rigonfiamento non sia più atta a mantenerlo.

Il Remak chiude il paragrafo, che tratta sull'esistenza di una membrana o meno, colle seguenti parole, da lui riportate anche in una critica al lavoro già citato dello Schultze (1), le quali a tutta evidenza dimostrano quanto grandi sieno le difficoltà che s'incontrano in tali esami, e quanto convenga essere cauti nel fare deduzioni da ciò che si scorge a mezzo di reattivi sotto il microscopio:

« Fino a tanto che per le cellule embrionali non abbiamo che reattivi chimici e nessun' altro carattere differenziale, il quale paragonare si possa in chiarezza e sicurezza a quelli conosciuti per le membrane delle cellule vegetali, non potrà venire studiato con isperanza di buon successo questo tema » si difficile; noi saremo limitati nel distinguere le membrane delle cellule, gli strati d'ingrossamento, e la sostanza intercellulare ai soli fenomeni ingannevoli e non fidati dipendenti dal variabile stato d'aggregazione di questi tessuti. »

Veniamo ora all'esame dei caratteri particolari delle cellule di segmentazione dell'uovo di rana.

Per poter vedere di quanto valore sieno le asserzioni di quegli autori che difendono l'esistenza di una membrana ovoidale, e di particolari membrane intorno alle cellule di segmentazione, fa mestieri ripetere le loro osservazioni; per lo che io cercai di procurarmi delle uova di rane nelle quali la segmentazione fosse appena incominciata. Da principio non summi possibile avere delle uova in cui si osservassero i primi stadii di quella; ricorsi quindi alla fecondazione artificiale, per la quale, come è ben noto, non è sempre facile d'avere gli opportuni animali. Sul finire della primavera mi vennero portate in laboratorio delle rane, delle quali alcune si prestarono alla

(1) Remak, *Ueber die embryologische Grundlage der Zelltentakre. Reichenbach und Du-Bois, Archiv. etc. 1862*, p. 250.

fecondazione artificiale, altre s'abbracciarono trovandosi nelle mie stanze e deposero così uova naturalmente fecondate. Amen-due queste specie di uova m'offrirono l'opportunità di ripetere le osservazioni di Reichert e di Remak.

Non v'ha dubbio, come già osservarono il Baer ed il Reichert, che durante la formazione del primo solco meridiano si veggono molte pieghe che lo circondano, ed a primo aspetto sembra di vedere una membrana ripiegata, ma, ponendo mente a quanto succede per l'azione dei reattivi, conviene abbandonare una tale opinione. Il Baer dimostrò che nell'uovo, in cui non incominciò ancora la segmentazione, subito sotto alla membrana vitellina esiste uno strato di protoplasma più grosso nell'emisfero oscuro, più sottile nel chiaro. Le pieghe si osservano più facilmente e più distinte in quello piuttosto che in questo. Il vitello non è né del tutto liquido né del tutto solido, ma esso si avvicina a quella consistenza che ha una soluzione eterea concentrata di resina, o meglio esso ha la consistenza di una gelatina assai molle. Ne viene quindi che quando incomincia a formarsi il primo solco, il quale appare come una infossatura alla superficie del vitello, lo strato superficiale di protoplasma per ripiegarsi nell'interno del solco deve formare delle duplicature, tanto più che il solco appare quasi istantaneamente, e da prima all'emisfero oscuro, dove lo strato di protoplasma è più grosso, e solo poco dopo, divenuto il solco più profondo, spariscono quelle pieghe; lo strato di protoplasma s'adatta all'aumentata superficie.

Il Claparède (1), senza avere osservazioni proprie sull'ovicino di rana, paragona queste duplicature del protoplasma a quelle che si formano in un bastoncino di cera spagna molle allora che venga stretto a mezzo di un filo che lo circonda, ed appoggiato a questa similitudine ed a quanto osservò nelle uova di altri animali nega l'esistenza di una membrana ovo-cellulare.

Non basta però limitarsi ad osservare quanto avviene alla superficie, ma fa mestieri altresì prendere in esame la parte

(1) M. Ed. Claparède, *La couronne de plis de deux premiers sphéros de segmentation chez l'oeuf de grenouille* Bibliothèque universelle de Génève, nouvelle période, T. XI, Mai 1861, p. 31.

più profonda del solco ; a tale scopo è necessario indurare le uova, e trovai essere il miscuglio proposto dal Remak assai opportuno. Le proposizioni da me usate furono pressochè eguali a quelle indicate dal Remak, adoperai cioè 94 C. C. di acqua distillata ed altrettanti di alcool del P. S. di 9,9751, nei quali vennero sciolte 6 gramme di zolfato di rame cristallizzato, ed a questo miscuglio si aggiunsero 2 C. C. di acido acetico pirolegnoso; in questa soluzione le uova vennero lasciate per vari giorni e conviene asserire ch'esse si conservano assai bene.

Spaccato un ovicino, che presenta il primo solco meridiano, si osserva una parte centrale bianca o bianco-sporca limitata all'intorno da una zona più oscura, la cui tinta non è uniforme, ma vicino all'emisfero bianco è più chiara, vicino all'oscuro più nerastra.

Ponendo attenzione a quella parte di questa zona che corrisponde all'emisfero oscuro si vede: che la porzione periferica della stessa è perfettamente liscia, la centrale presenta delle duplicature e termina con un margine frastagliato, appunto così come avviene quando si laceri una membrana.

Spaccato per lo contrario un ovicino, il cui primo solco meridiano sia già completo ed il secondo in parte formato, quantunque la porzione centrale sia ruvida e scabra, come di un corpo spezzato, pure la zona più sopra descritta è levigata e non presenta né frastagli né pieghe.

Questo differente modo di comportarsi dello strato superficiale di protoplasma parmi poterlo spiegare nella seguente maniera. Non vi ha dubbio che il miscuglio del Remak coagula le sostanze albuminoidi; io credo non errare supponendo che il protoplasma dell'ovicino di rana sia una sostanza albuminoides. Il sottile strato di protoplasma situato alla periferia dell'ovicino, si prolunga pure nell'interno del solco, e mano mano che questo si approfonda quello si adatta alla superficie delle cellule che si formano, mentre che nella parte più profonda del solco non si è ancora del tutto adattato e perciò forma pure nel centro quelle duplicature, le quali soltanto allora spariscono che la formazione del solco è quasi compiuta. Se il miscuglio del Remak agisca durante il primo periodo, quando cioè il solco non è ancora compiuto, coagulando esso il protoplasma dell'ovi-

ino si possono vedere anche nella profondità del solco quelle siegne.

Questa osservazione, che completa quella degli altri osservatori fatta solo alla superficie dell'ovicino, ci rende più verosimile l'idea poco sopra esposta, e che lo sarà ancora più per le osservazioni che verrò esponendo.

Da un ovicino, che non presenta ancora alcuna traccia di segmentazione e che fu conservato per alcuni giorni nel miscuglio di Remak, possono venire allontanati gli strati d'albmina e la membrana vitellina senza che il vitello si disgreghi punto, anzi questo può venire mosso in tutte le direzioni possibili senza soffrire nocimento di sorta. Esaminato con luce incidente e coll'ingrandimento più forte, di cui si possa disporre in tali circostanze, si osserva: presentare l'emisfero oscuro una punteggiatura nerastra e delle linee oscure irregolarmente disposte, le quali danno spesso origine a delle secondarie, però in minor numero; si ha l'aspetto come di un raggrinzimento superficiale, presentando in quella vece l'ovicino non toccò da reattivi una superficie del tutto liscia. Da questo vitello si può isolare una membranella, la quale si ripiega facilmente, ma esaminata, a mezzo della lente ad immersione N. 10 e l'oculare N. 2 del microscopio di Hartnak, una sua porzione distesa si vede essere ad essa aderenti parecchie laminette vitelline, ed essere essa pure fornita di una grande quantità di pigmento molecolare in alcuni punti più denso, in altri meno, ma la membranella non presentare tessitura di sorta. Questo stesso risultato si ottiene anche allora che l'ovicino presenta i primi due solchi meridiani. Fa mestieri osservare che nelle uova recenti il vitello si disgrega con facilità, nelle altre per lo contrario le laminette rimangono unite assieme in ammassi irregolari.

Dalla descrizione offerta chiaro si scorge avere il Remak piena ragione asserendo che dalle uova trattate coll'anzidetto miscuglio si possa isolare una membranella, ma ciò non prova ancora ch'essa esista anche nell'uovo non toccò da reattivi, ed il Remak stesso, come fu avvertito, tenne questo argomento come non del tutto sicuro per asserire l'esistenza di una membrana; ed io credo al contrario che servì a dimostrarci non

esistere la membrana, ma esistere soltanto uno strato superficiale di protoplasma.

Ed in vero, ammettendo questo strato di protoplasma alla superficie si spiega come nella sua coagulazione per gli anzidetti reattivi racchiuda le molecole di pigmento, le laminette vitelline, ed inoltre, coagulando esso per primo e non essendo la quantità del protoplasma nel resto dell'ovicino molto grande, si possa isolare più facilmente in forma di membrana: da ultimo quelle piccole irregolarità della superficie, delle quali feci menzione poco sopra, c' indicano non essere già una membrana che si raggrinza, ma piuttosto una massa che coagula; poichè nel primo caso, siccome la membrana sarebbe abbastanza vasta, quelle pieghe dovrebbero essere più grandi, più marcate e meno numerose, essendochè il volume del contenuto per l'azione del reattivo e per la presenza delle laminette vitelline, che non vengono punto alterate, non di molto diminuisce.

Queste piccole pieghe si osservano anche allora che le uova presentano i primi due solchi meridiani e l'equatoriale, ed hanno la particolarità di giungere fino vicino ai solechi, ma giammai d' oltrepassarne uno per andare in un altro segmento: dalla quale osservazione credo poter dedurre che nel processo dalla segmentazione non rimane a contatto colla membrana vitellina uno strato di protoplasma non toccato da quel processo.

Le osservazioni e le considerazioni fin' ora istituite ci rendono se non sicura, certo molto verosimile l' opinione non esistere la membrana ovo-cellulare; e siccome essa, secondo il Remak, dovrebbe subire la segmentazione e le sue parti rivestire le singole cellule, così, se sarà possibile di dimostrare che queste mancano di una membrana, sarà pure provata la mancanza della prima, troppo azzardata essendo l'ipotesi che, mancando le cellule di segmentazione di una membrana propria, pure esista la membrana ovo-cellulare e subisca la divisione per tosto sparire.

Esaminando a mezzo di un forte ingrandimento alcune cellule di segmentazione, piccole e non toccate da reattivo, si osserva: essere il contorno della cellula perfettamente liscio, non esservi sporgenza od irregolarità di sorta, apparire esso sem-

plice. Ripetendo questa osservazione con cellule conservate nel mescuglio di Remak si vede: non essere più il contorno liscio, ma presentare molto di sovente delle irregolarità, vale a dire, si veggono sporgere le singole laminette vitelline, e tra l'una e l'altra si scorge una linea chiara e sottile come una specie di filo teso. Osservata attentamente l'una o l'altra delle sporgenze formate dalle laminette vitelline non si osserva già un contorno doppio, ma soltanto il contorno semplice e marcato della laminetta.

Questa osservazione parmi che dimostri non esservi una membrana particolare. Si supponga per un poco che esista questa membrana, e si troverà la spiegazione del come nella prima osservazione il contorno possa essere liscio, ma per lo contrario non si potrà spiegare come nella seconda più non lo sia, se non ammettendo essere questa membrana immedesimata col protoplasma, per il che quando questo coagula ritira quella membrana; ma anche questa seconda ipotesi non spiega come nei punti ove le laminette sporgono non si veggia la supposta membrana, se pur non si voglia ricorrere ad altra ipotesi, vale a dire, aversi essa lacerato solo in quelle parti ove sporgono le laminette. Si supponga invece che le cellule di segmentazione sieno composte soltanto di protoplasma e di laminette vitelline riescirà di somma facilità la spiegazione di amendue quelle osservazioni. Fino a tanto che il protoplasma non è coagulato il contorno appare liscio; coagulato che sia si ritira un poco sopra di sè stesso, le laminette sporgono, tra l'una e l'altra appare una sottile linea di congiunzione, ma intorno a quelle non rimase protoplasma, ed ecco che le laminette sporgenti non possono offrire un contorno doppio.

Un altro punto a cui rivolsi la mia attenzione si fu a quei parziali rigonfiamenti che presentano le cellule di segmentazione.

Preso un uovo di rana, in cui la segmentazione, almeno per quanto si può osservare ad occhio nudo, sembra terminata, aggiuntavi piccolissima quantità di acqua e rotto a mezzo di due aghi si vedono sortire le cellule di segmentazione; coperto il preparato con sottile vetro lo si esamini con ingrandimento piuttosto forte. Si veggono alcune cellule di segmenta-

zione, le quali hanno in qualche parte il loro bordo sollevato a guisa di vetro d'orologio; sembra di avere sott'occhio una membrana distaccata, sollevata dal contenuto della cellula. Continuando per alcun poco l'osservazione di una di esse si vede la parte molecolare della stessa fornita di un movimento oscillatorio (movimento molecolare), il quale riesce molto evidente se parecchie di quelle molecole si sieno collocate tra il contorno formato dal protoplasma, che per brevità chiamerò contorno esterno, e quello formato dalle laminette vitelline le une alle altre addossate, che chiamerò contorno interno; quest'ultimo da principio è pure liscio e senza irregolarità di sorta, per il che a prima vista sembrerebbe quasi l'espressione di una particolare membrana.

Dopo brevi istanti si scorge una laminetta vitellina cominciare a muoversi e protrudere dal contorno interno, indi fermarsi per un poco, e sembra quasi ch'essa voglia retrocedere, ma poi continua il suo movimento e dietro di essa vengono altre laminette, le quali da principio ripetono il medesimo giuoco della prima, poi a poco a poco si espandono in tutto quello spazio che si trova tra il contorno interno e l'esterno. Io non saprei a che meglio paragonare questo movimento delle laminette se non a quello che si osserva quando una massa di popolo voglia uscire da una porta; si vedono anche in questo caso i singoli individui avanzarsi un poco, poi retrocedere, indi urtandosi a vicenda continuare il loro cammino e con queste oscillazioni uscire dalla porta e disperdersi nello spazio vicino senza più essere l'uno a l'altro d'impaccio.

Con questo non è terminato; poichè o immediatamente o qualche istante dopo che le laminette riempirono tutto lo spazio fino al contorno esterno appare un nuovo sollevamento nel medesimo o più di spesso in un altro punto della cellula. Questo sollevamento va ingrandendosi per qualche tempo; indi ricomincia il movimento delle laminette. Queste o si muovono nella stessa maniera di prima, oppure differentemente, vale a dire esse mostrano come una specie di corrente, la quale incominciando in uno dei punti ove il contorno esterno tocca l'interno si propaga in tutto lo spazio apparentemente libero e lo riempie.

Un' altra forma di movimento che si osserva si è: che il protoplasma, cominciando a distaccarsi in un punto, continua lentamente questo suo movimento lungo il contorno esterno della cellula; ma in pari tempo si vede il contenuto muoversi nella stessa direzione e venire riempiendo mano mano quello spazio che sembra rimanere vuoto. Questo movimento si potrebbe forse paragonare a quello che presentano due onde, le quali si seguono a breve distanza, finchè la prima si arresta e viene raggiunta dalla seconda.

Un'altra forma di movimento si è che tanto il protoplasma quanto il contenuto si muovono contemporaneamente e senza vedere separazione tra l' uno e l' altro, il contorno della cellula, ch' è abbastanza liscio, presenta dei leggieri sollevamenti o dei leggieri avallamenti. Nel primo caso quella specie di cresta o di gobba si propaga lentamente lungo un buon tratto del bordo della cellula; nel secondo l' avallamento si trova o da un lato soltanto ed in allora si propaga allo stesso modo come il sollevamento; oppure si trova in due punti opposti e si palesa quasi come uno stringimento, per modo che sembrerebbe la cellula volersi dividere in due sotto l' occhio dell' osservatore, ma così non è, poichè più tardi si egualano ambedue questi avallamenti.

Altra volta in fine si osserva formarsi in un punto qualunque della cellula un leggero rigonfiamento, alla cui formazione concorre il protoplasma ed il contenuto; esso rassomiglia ad una specie di appendice della cellula; va mano mano ingrandendosi ed accoglie in sè stesso tutto il contenuto; quella porzione che prima era appendice diventa cellula, e quella ch' era cellula diviene appendice, fino a che sparisce anco quest' ultimo residuo ed appare la cellula sotto una nuova forma.

Durante questi movimenti le cellule offrono le più svariate forme, ed acquistata pure una forma perfettamente sferica, non si stanno ferme, ma continuano nei loro movimenti. Il contenuto non offre sempre in tutte le parti il medesimo spessore, ma assottigliandosi da un lato si ingrossa dall' altro, ed in qualche punto si assottiglia per modo da scorgervi il nucleo, od almeno quella parte di forma rotonda, molto trasparente; cir-

condata delle laminette vitelline che ad esso rassomiglia. Come varia la forma delle cellule, così varia pure la loro grandezza, potendo esse divenire di grandezza doppia qualche volta ancora tripla della primitiva, ma ritornano pocia spesso alla originaria od almeno ad una di poco a questa superiore.

Se accada di osservare i movimenti in due cellule che stanno fra di loro congiunte, e che quindi la loro segmentazione non sia compiuta, non si veggono i movimenti dell'una propagarsi nell'altra, ma restare limitati in quella in cui succedono, ed essere fra di loro affatto indipendenti. Quantunque parecchie volte mi sia occorso di osservare di queste cellule in via di divisione, giammai fui sì fortunato di veder compiersi sotto i miei occhi l'atto della segmentazione, e sebbene qualche volta il tratto, per il quale le due cellule erano fra di loro congiunte, sembrava restringersi, impiccolirsi di molto, giammai però questo restringimento giunse a tal segno da sperare di vedere le due cellule staccarsi l'una dall'altra.

Per vedere questi movimenti non è però mestieri di aggiungere dell'acqua distillata: poichè, quantunque negare non si possa ch'essi più facilmente si osservano per l'aggiunta di quella, si manifestano anche quando le cellule di segmentazione si trovano in una goccia di albumina dell'uovo degli uccelli, o in quell'albumina che circonda l'uovo di rana, ed anche allora che, allontanata tutta l'albumina e rotta la membrana vitellina, le cellule si trovano umettate da quel poco di liquido che l'uovo in sè racchiude.

Sebbene i movimenti descritti si palesino molto manifesti nelle cellule di segmentazione non ancora divenute troppo piccole, pure summi possibile osservarli anche allora che l'embrione comincia ad avere la sua superficie esterna rivestita di ciglia vibratili; così pure si veggono in quelle cellule piccole che contengono molta sostanza molecolare e solo pochissime laminette vitelline, ma non mi fu dato scorgerli in quelle cellule superficiali che stanno fra di loro unite, quantunque il loro margine si elevi per imbibizione di acqua.

Questa è la descrizione dei fenomeni da me osservati; ora quale ne è la spiegazione? Ma prima siami concesso di breve-

mente ricordare quanto altri osservarono e quale fu la spiegazione data alle loro osservazioni.

Il sollevarsi del bordo delle cellule di segmentazione venne osservato da parecchi autori come da Ramak, da Funke, da Ecker; ma quest'ultimo soltanto in una relazione fatta al congresso dei naturalisti in Gotha nell'anno 1851 e pubblicata nei *Froriep's Tagesberichte* 1852, p. 78, ch'io pur troppo non potei consultare, ma che trovo citata e nel referato di Reichert sui progressi dell'anatomia microscopica nell'anno 1851 (1) e nell'opera di Remak (2), descrisse dei movimenti particolari nelle cellule di segmentazione dell'uovo di rana e, per quanto il Reichert riferisce, i risultati da quell'autore ottenuti sembrerebbero nella loro essenza simili ai miei.

L'Ecker nelle sue *Icones physiologicae* disegna alla tav. 22, fig. 156 (3) una cellula di segmentazione fornita di cinque rigonfiamenti del protoplasma, e nella spiegazione di quella figura osserva che questi rigonfiamenti cangiano di forma e di posizione sotto l'occhio dell'osservatore, cessando da ultimo del tutto questi mutamenti, il che avviene più rapidamente all'aggiunta di acqua distillata.

Il Reichert (4) ammettendo che nelle cellule di segmentazione si presentino quei prolungamenti, i quali possono anche sparire, non vede in essi né un fenomeno di movimento, né uno d'imbibizione e dice che probabilmente altro non sono che effetti di attrazione. Il Remak spiega quei movimenti colla semplice imbibizione, appunto così, come egli avea spiegato quei movimenti osservati da Siebold nelle uova delle Planarie, e quelli che vennero pure veduti nelle cellule vitelline dell'uovo degli uccelli (5). Recentemente in una critica alla monografia di M. Schultze (6) ritorna il Remak ad osservare che il protoplasma,

(1) Reichert, Bericht über die Fortschritte der mikroskopischen Anatomie im Jahre 1851, Müller's Archiv. etc., 1852, p. 81.

(2) Remak op. cit. p. 136.

(3) Ecker, *Icones physiologicae. Erläuterungstafeln zur Physiologie und Entwicklungsgeschichte*. Leipzig, 1851-1859.

(4) Reichert, Bericht über etc. Müller's. Archiv. 1852, p. 83.

(5) Remak, Untersuchungen etc. p. 4. e 136.

(6) M. Schultze, Ueber Muskelkörperchen etc., Reichert und Du-Bois, Archiv. etc., 1861, p. 1 e seg.

fino a tanto che l'animale, il girino di rana, non presenta un movimento visibile, non offre giammai segni di contrattilità (1). Non può apparire strano che il Remak spieghi questi movimenti colla semplice imbibizione non descrivendo egli, e quindi sembra non avere egli giammai osservato, né il loro alternarsi, né il succedere che fanno senza bisogno che si elevi il protoplasma in forma di vescichetta; e solo ricorda che, distaccata la membrana per l'azione dell'acqua, precipitano in quello spazio solo le molecole più sottili le quali presentano un moto oscillatorio.

Io son ben lontano dal credere che ogni qualunque cangiamento, che si osserva nelle cellule di segmentazione, debba considerarsi quale movimento attivo, anzi tengo per fermo che in parecchi casi non v'abbia che un semplice effetto d'imbibizione. Con questa non si spiega però né il sovente cangiare di forma delle cellule, né il succedere di questi cangiamenti anche allora che la cellula raggiunse una forma sferica, né il poter osservare qualche volta questi successivi mutamenti per un buon quarto d'ora, né, quantunque la grandezza della cellula durante il movimento varii d'assai, essere essa pure da ultimo uguale alla primitiva.

Per giungere ad un risultato più sicuro volli esperimentare quale influenza avessero le correnti indotte sui movimenti delle cellule. A questo scopo usai della medesima disposizione degli apparati di cui si servì il Brücke ne' suoi studii sui movimenti nelle varie cellule. Un porta oggetti fu ricoperto con due laminette di stanniola terminanti in punta, e poste in modo che le due punte lasciassero fra di loro uno spazio non maggiore di due millimetri, e che la parte più larga fosse ripiegata sulla faccia inferiore del vetro. Alla tavoletta metallica del microscopio ne venne sovrapposta una di legno, forata in corrispondenza del foro esistente nella tavoletta del microscopio, e fornita ai due lati opposti di due listarelle di rame, in modo che la parte più corta fosse fissata nella tavoletta e potesse venire posta a mutuo contatto colla parte ripiegata di stanniola; la

(1) Remak, Ueber die embryologische Grundlage der Zellenlehre in Reichert und Du-Bois Archiv. etc. 1802, p. 253.

parte più lunga della listarella di rame era ripiegata all'imbasso e pescava in un vasetto contenente del mercurio, in cui pescavano pure i due elettrodi di un apparato d'induzione, che era la slitta di Du Bois-Reymond; l'elemento era uno piccolo alla Grove, e nella spirale inducente si trovavano molti sottili bastoncelli di ferro; per interrompere più facilmente le correnti indotte, che andavano al preparato, fu posto tra questo e la slitta un commutatore di Pohl, levata però la croce di mezzo.

Poste alcune cellule di segmentazione sul porta-oggetti tra le due punte di stanniola e sovrapposto al preparato un sottile copri-oggetto venne messa nel foco del microscopio una cellula, e nell'istante in cui le laminette cominciavano a muoversi venne chiuso il circuito; le laminette accelerarono il loro movimento, e dopo brevi istanti, divenuto disordinato, cessò per sempre, ma in pari tempo il contorno esterno, vale a dire quello formato dal solo protoplasma, si gonfiò e si poté vedere con facilità che l'azione delle correnti indotte il sollevarsi del contorno succedeva con maggiore rapidità. Se per caso due cellule si trovano vicine si osserva come il loro protoplasma, rigonfiato per l'azione delle correnti elettriche indotte, si comprima vicendevolmente, e qualche volta ancora si fonda assieme senza che rimanga traccia della precedente separazione. Per quanto io cercassi di modificare l'intensità delle correnti indotte avvicinando ed allontanando la spirale indotta dalla inducente, giammai fummi possibile di vedere qualche altro fenomeno differente dal descritto; con correnti troppo debili nulla si rimarcava, con troppo forti lo sviluppo di bollicine era tale da rendere, se non possibile, al certo molto difficile l'osservazione.

I fenomeni descritti non parlano in favore dei movimenti delle cellule sotto l'influenza delle correnti elettriche, ma piuttosto che queste distruggano l'integrità delle cellule, e quindi ancora necessariamente i loro movimenti e favoriscano in quella vece l'imbibizione. Che per l'azione delle correnti elettriche cessino questi movimenti non deve fare meraviglia, poichè nei corpuscoli salivati, nei linfatici ed in quelli di marcia non solo cessano i movimenti molecolari, ma essi stessi si rompono come

osservò il Brücke (1). Heidenhain (2) riferisce che i corpuscoli delle cartilagini di larve di rane per l'azione delle correnti elettriche indotte cangiano la loro forma, si raggrinzano, cessa il movimento delle molecole in esse racchiuse, e giammai vide che esso si ripristinasse; egli vuole che tutti i cangiamenti sofferti da quei corpuscoli cartilaginei per le correnti elettriche indotte altro non siano che un effetto di chimica decomposizione nell'interno della cellula.

E qui sorge ben naturale l' obbiezione non essere neppure i movimenti da me descritti fenomeni di contrazione, giacchè per le correnti elettriche non si osserva un cangiamento di forma ed un ripristinarsi della stessa. Ma conviene osservare: che non è per anche fissato che ogni sostanza contrattile debba rispondere alle correnti elettriche, e che pei fenomeni da me descritti io non trovo per ora verun'altra spiegazione. Inoltre conviene ricordare che da varii autori vennero descritti movimenti particolari delle cellule di parecchi animali. Sarebbe troppo lungo il voler qui ricordare tutte le osservazioni fatte, ma sia sufficiente il dire che: Siebold descrisse movimenti nelle cellule vitelline delle uova delle Planarie; Pflüger (3) nelle uova non ancora perfettamente sviluppate dei mammiferi; E. Müller (4) nelle uova delle lumache; Leukart (5), Haeckel, (6) Köllicker (7), Busch (8), in varie specie di cellule. Inoltre siami permesso di

(1) Brücke, Ueber die sogenannte Molecularbewegung in thierischen Zellen, insonderheit in den Speichelkörperchen. Sonder-Abdruck aus dem XLV Bd. der Sitzungsb. d. Kais. Akad. d. Wissenschaften in Wien, p. 10 e seg.

(2) Heidenhain, Zur Kenntniss des byalinen Knorpels. Studien des phys. Institutes zu Breslau, II Heft, p. 7 e seg.

(3) Pflüger, Henle und Meissner Jahresb über die Fortschritte der Anat. und Phys. im Jahre 1861, p. 180.

(4) Müller, Canstatt Jahresb. über die Leistungen in den physiol. Wissenschaften etc. im Jahre 1859, p. 132.

(5) Leukart, Reichert Jahresb. über die Fortschritte der mikros. Anat. im Jahre 1856, in Müller's Archiv. etc. 1857, p. 25.

(6) Haeckel, Ueber die Gewebe des flusskrebses, in Müller's Archiv. etc. 1857, p. 512.

(7) Köllicker, Henle und Meissner Jahresb. etc. im Jahre 1856, p. 16.

(8) Busch, Aus dem Leben der Pigmentzellen, in Müller's Archiv. etc. 1856, p. 415.

ricordare che non solo nel regno animale ma eziandio nel vegetale si osservano movimenti particolari del protoplasma, i quali non possono venire spiegati altrimenti se non ammettendo una contrattilità propria del protoplasma; tali sarebbero a modo di esempio, quelli osservati nell' *Urtica urens* (1), nell' *Urtica bacicifera*, nella *Iuglans regia*, (2) nella *Vallisniera spiralis*, nella *Tradescantia virginica*, nella *Hydrocharis morsus ranae* (3), e così via discorrendo.

Siccome credo di avere nelle precedenti pagine dimostrato, e spero confermare la dimostrazione nelle seguenti, che le cellule vitelline dell'uovo di rana mancano di una membrana, così torna oziosa la questione se anche la membrana esterna delle cellule prenda parte ai movimenti; e solo basti l'osservare che probabilmente il protoplasma ha un movimento attivo, che quello invece delle laminette vitelline non sembra che un movimento secondario da quello cagionato, e tale si è forse anche il movimento del nucleo, o, per meglio dire, di quella parte della cellula vitellina che ad un nucleo rassomiglia.

Poco sopra io dissi che non tutti i cambiamenti che avvengono nelle cellule di segmentazione sono dipendenti dai movimenti del protoplasma, anzi non vi ha dubbio che alcuni cambiamenti delle cellule sono effetto d'imbibizione.

Cessate quelle alternative di moto e di quiete da me descritte, si vede sollevarsi il bordo esterno del protoplasma ora in un punto solo, ora in parecchi contemporaneamente nel qual ultimo caso si può esser certi, specialmente se vi abbiano nello stesso tempo tre o più sollevamenti, che non succederà in seguito alcun movimento delle laminette. L'uno o l'altro di questi rigonfiamenti va sempre più ingrandendosi, il che succede con maggiore rapidità se al preparato si aggiunse molt'acqua; la parte di questo rigonfiamento, che sta congiunta

(1) Brücke, *Das Verhalten der sogenannten Protoplasmastrome in den Brennhaaren v. Urtica urens gegen die Schläge des Magnetelectromotors*. Sonder Abdruck aus den XLVI Bde. der Sitzungsb. der Kais Akad. der Wissenschaften in Wien.

(2) Unger, *Anatomie und Physiologie der Pflanzen*, 1855, p. 279.

(3) Heidenhain e Jürgensen, *Studien des physiol. Instituts zu Breslau*. I. e II Heft.

col contenuto, va per lo contrario sempre più restringendosi e quello acquista un aspetto piriforme; questo picciuolo da principio largo s'attenua finchè si lacera e dall' ammasso delle laminette vitelline si distacca. Ora si vede nuotare nel liquido una sfera composta di una sostanza chiara, trasparente, in cui non rinviensi nè tessitura nè lacerazione di sorta. Nell' ammasso di laminette vitelline che rimane il solo cangiamento che si scorge si è: il bordo della cellula, che dapprima era liscio, appare ora irregolare per gli angoli e spigoli delle laminette che sporgono da tutti i lati, queste rimangono però unite fra loro e solo esercitando una leggiera pressione si disgregano, e ciò non deve fare meraviglia sapendo, che anche allora che non si distaccò quella massa protoplasmica, basta un'azione meccanica assai leggiera per disgregare le laminette. I fenomeni di imbibizione descritti sono di molta importanza per giudicare se le cellule di segmentazione sieno fornite di una membrana o meno.

Il Remak (1) spiega la formazione di queste vescichette, ch'egli pur vide nuotare nel liquido, coll' ammettere essere esse null' altro che pezzetti di membrana distaccati, egli vuole cioè che tra la supposta membrana ed il contenuto delle cellule vitelline si raccolga dell' acqua e così la membrana si distacchi a poco a poco da quello, oppure che la membrana stessa s' imbeva per modo tale di acqua che gonfiata si separi dal resto.

Invero ch'io non mi so spiegare come in amendue i casi avvenga di non trovare non già nell' ammasso delle laminette vitelline, perchè in questo una tale osservazione è impossibile, ma bensì in quelle sfere nessuna traccia della sofferta lesione malgrado l' uso degli ingrandimenti più forti, che attualmente sul continente si conoscano.

Tale fenomeno si spiega per lo contrario assai facilmente, com'io già altra volta dimostrai (2), ammettendo la mancanza di una membrana esterna e l' esistenza del protoplasma in cui stanno le laminette vitelline.

Altri argomenti, che valgano a dimostrare la mancanza di questa membrana, parmi poterli dedurre dalle seguenti osservazioni.

(1) Remak, *Untersuchungen über die Entwicklung etc.*, p. 156.

(2) Vintschgau. *Sopra i corpuscoli sanguigni, etc.*, pag. 6.

Più sopra ho già detto che per l'azione delle correnti indotte due rigonfiamenti di protoplasma, i quali si trovano a mutuo contatto, si comprimono vicendevolmente e qualche volta ancora si fondono assieme. Ora, potendo pure supporre l'esistenza di una membrana fino a tanto che i due rigonfiamenti sono l'uno all'altro vicini, deve di subito venire abbandonata questa opinione quando avvenuta sia la fusione, troppo assurdo essendo il supporre che le correnti elettriche distruggano soltanto le parti delle membrane, che si trovano a mutuo contatto, senza avere azione di sorta su tutto il resto della membrana.

Per compiere queste mie osservazioni era necessario l'osservare che cosa succeda quando le cellule di segmentazione vengano trattate con varii reattivi; ma pur troppo io non potei esperimentarne che pochissimi, ma queste poche osservazioni bastano per convalidare l'opinione tante volte espressa.

Gli studii fatti da Virchow sulle laminette vitelline di varii animali (1) dimostrarono che l'acido muriatico nonchè altre sostanze aumentano il volume delle laminette, che queste presentano delle striscie trasverse molto distinte, le quali ora sono parallele ora irregolarmente disposte.

Io trovai che l'azione dell'acido muriatico si palesa anche allora ch'esso è molto diluito, cioè 1 per mille, e questo acido così diluito fu pure quello che adoperai per istudiare le cellule di segmentazione. Facendo agire questo acido così diluito si osserva che le laminette, le quali dapprima erano molto visibili e bene distinte, divengono meno chiare, anzi sembra che il contenuto della cellula divenga come molecolare; fino a qui si ha l'azione dell'acido sulle sole laminette vitelline. In seguito si vede la cellula gonfiarsi, ingrandirsi senza che si possa scorgere il rompersi di una membrana, poichè le parti nè si disgregano, nè si vede sortire alcun che dall'ammasso, ma, continuando ancora l'osservazione, si vede un ammasso chiaro e trasparente con quà e là dei punti che rifrangono fortemente la luce e sembrano somigliare a goccioline di grasso, e final-

(1) Virchow, Ueber die Dotterplättchen bei Fischen und Amphibien. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. IV, p. 256.

mente si veggono sciogliersi anche questi ammassi e non restare da principio che delle figure irregolari, le quali da ultimo pure spariscono.

Questi risultati si ottengono anche facendo uso di acido acetico concentrato o diluito (una parte in cento di acqua), sia che si osservino cellule di segmentazione grandi, sia che si faccia l'osservazione allora che lo sviluppo è tanto inoltrato da essere spartito per intero l'emisfero chiaro dell'ovicino.

Questa osservazione mi sembra dimostrare che le cellule di segmentazione non sono fornite di una membrana e di un protoplasma liquido, ma che fa d'uopo ammettere essere quest'ultimo di consistenza semiliquida o semisolida, come meglio si voglia, ed inoltre che manchi la membrana; poichè altrimenti tornerebbe impossibile lo spiegare come avvenga il rompersi quasi istantaneo che fanno senza vedere traccia della stessa; se forse obiettare non si voglia che questa membrana offre agli acidi accennati una resistenza maggiore del protoplasma.

A mezzo di una soluzione concentrata di cloruro di sodio e di zolfato di soda le cellule soffrono un notevole cangiamento giacchè sembra avvenuta la coagulazione di qualche sostanza, non essendo più le laminette sì chiare e distinte come lo erano dapprima, e non solo i contorni di queste, ma ancora il loro aspetto si è cangiato per modo da non avere più quella lucidezza che è loro propria. I contorni della cellula di segmentazione non sono più lisci e levigati, ma irregolari per la sporgenza delle laminette, e se in qualche punto il bordo del protoplasma è sollevato le molecole, in questo spazio racchiuse, più non presentano i loro movimenti. Anche con questi due reattivi non si può scorgere traccia di una membrana esterna.

Riguardo ai nuclei delle cellule di segmentazione ecco il poco che osservai:

Fino a tanto che le cellule di segmentazione non sono molto piccole vi si osserva un punto rotondeggianto, più chiaro e trasparente del rimanente della cellula; ma non potei assicurarmi ch'esso fosse realmente indipendente dal resto della stessa, esso rassomiglia ad un nucleo. Quando le cellule di segmentazione sono divenute molto piccole è facile scorgere in ognuna questo corpuscolo rotondeggianto; anzi si osserva che, se la

cellula si rompe, esso esce all'esterno, nuota nel liquido, manca di nucleolo, ma è fornito di molecole dotate di un movimento abbastanza energico. Che queste molecole si trovino nell'interno del nucleo e non già aderenti alla superficie esterna viene dimostrato e dal loro movimento e che, malgrado l'arrotolarsi di questi nuclei nel liquido, giammai esse da quelli si distaccano.

Da tutte queste mie osservazioni parmi poter conchiudere: le cellule di segmentazione dell'uovo di rana mancare di una membrana esterna, essere esse costituite soltanto di protoplasma, in cui stanno collocate le laminette vitelline ed il nucleo, presentare esse movimenti particolari simili a quelli che si osservano in altre cellule.

FORMULE PER GLI OCULARI TERRESTRI A QUATTRO LENTI
DETERMinate DAL PROF. TITO GONNELLA.

1.^o La disposizione del suddetto oculare a 4 lenti che è indicata (*Tav. III. fig. 1*) consiste nell'avere due immagini reali, una avanti la lente Q, l'altra avanti la lente T, ed una sola intersezione del raggio principale coll'asse in un punto O fra le lenti Q, R, mancando le intersezioni nei punti O' O''. Inoltre le lenti tutte convesse, o di distanza focale positiva. Pare che tal sistema, il cui buono effetto è comprovato dall'esperienza, sia stato trovato per una via empirica (Santini, *Teoria degli Strumenti Ottici...* Padova 1828, §. 259) e non per mezzo dell'equazioni dell'ottica analitica, e perciò non si avevano le formule generali per la sua costruzione.

Il sig. Littrow avendo esaminato molti di questi oculari della fabbrica di Fraunhofer, e dedotti i valori numerici di certe quantità arbitrarie ha stabilito delle formule molto semplici per la costruzione dei suddetti oculari, le quali sono riportate al §. 276 della citata ottica Santini: ma non soddisfanno all'equazione $\pi + \frac{\pi'c}{\beta} + \frac{\pi''cd}{\beta\gamma} + \frac{\pi'''cde}{\beta\gamma\delta} = 0$ destinata a togliere il contorno colorato dalle immagini. Infatti Littrow assegna alle quantità π , π' ... $\frac{\beta}{c}$, $\frac{\gamma}{d}$ i seguenti valori: $\pi = 0,8$ $\pi' = 0,3$ $\pi'' = -\omega$ $\pi''' = \omega \frac{\beta}{c} = -0,3$ $\frac{\gamma}{d} = -5$: con tali valori l'equazione precedente diviene $0,8 - 1 - \frac{2}{3} + \frac{2e}{3\delta} = 0$ per soddisfa-

re alla quale conviene prendere $\frac{\delta}{e} = \frac{10}{13} = 0,76923$. Ma il suddetto Autore prende $\frac{\delta}{e} = 0,5$ forse per ottenere formule più semplici, contentandosi di soddisfare prossimamente all'equazione del contorno colorato, il cui primo membro, in luogo di riuscire eguale a zero, diviene 0,4667 per il valore $\frac{\delta}{e} = 0,5$.

Inoltre dalle suddette formule resulta alquanto lungo il tubo che contiene le 4 lenti, e posto $M = \infty$, si trova che la lunghezza del tubo oculare è prossimamente per i forti ingrandimenti M ,

$$d' + d'' + d''' + \frac{\pi'''t}{M\phi} = \beta + c + \gamma + d + \delta + t + \frac{\pi'''t}{M\phi} + \frac{14,74p}{M};$$

ove p è la lunghezza focale dell'obiettivo, ed M l'ingrandimento, che in questo oculare è un numero positivo: così per esempio se sia $\frac{p}{M} = \frac{48}{57}$ (Santini, §. 262) la detta lunghezza è eguale a 12,41 pollici.

Le aberrazioni $d\psi$ e K (4) riescono assai piccole ed insensibili all'occhio (Santini, 285, 288).

Il campo è ampio, e dato dalla formula $\phi = \frac{1,5\omega}{M-1}$.

2.^o Ho creduto cosa utile di cercare per questi oculari altre formule che soddisfacciano a tutte le equazioni dell'ottica analitica, non esclusa quella del contorno colorato: e tali che ne risultino tubi corti e in conseguenza più comodi: piccole ed insensibili all'occhio le aberrazioni $d\psi$ e K indicate: ed il medesimo valore $\phi = \frac{1,5\omega}{M-1}$ per il campo.

Le dette formule sono esposte (13, 16) per modo che chiunque sappia i primi elementi del calcolo algebrico è in grado d'indicare all'artista ottico tutte le misure occorrenti per la costruzione d'un oculare della specie di cui si tratta.

3.^o Si sono ottenuti, come vedremo, i tubi assai corti ma sono diminuite le lunghezze focali delle lenti.

$$\text{Sistema I. Lunghezza del tubo } \frac{7,9513p}{M} \quad t = \frac{1,1449p}{M}$$

$$\text{II. } \frac{8,2028p}{M} \quad t = \frac{1,2406p}{M}.$$

Questi valori corrispondono ad $M = \infty$: talchè i valori effettivi dati dalle formule, saranno tantopiù prossimi ai suddetti quanto più è grande M , e più ne differiranno quanto più M è piccolo: nel qual caso diminuiranno ancor più le lunghezze focali delle lenti, e potrà accadere che specialmente la lunghezza focale t della lente contigua all' occhio, riesca $t < \frac{p}{m}$: cioè per produrre l' ingrandimento M , sarà necessario nell' oculare composto delle lenti q, r, s, t , che la lente t sia più acuta che in un canocchiale composto del solo obiettivo, e della lente t , in cui si ha l' ingrandimento M con $t = \frac{p}{m}$. Secondo che resulta $t > \frac{p}{m}$, o $t < \frac{p}{m}$ può dirsi che le lenti q, r, s, t concorrono o no a produrre porzione dell' ingrandimento. Ma se pure l' essere $t < \frac{p}{m}$ è un difetto, questo è comune all' oculare astronomico a 2 lenti (*Santini*, 216) che è buono, e che si usa generalmente, ed in cui l' immagine z'' formata dopo la prima lente q cioè tra le 2 lenti q, r riesce più piccola e circa $\frac{2}{3}$ di quella z' che sarebbe formata dal solo obiettivo. Infatti $z'' = \frac{\beta z'}{b}$ (*Santini*, 56). Ed è prossimamente (*Santini*, 219) $b = -\frac{p}{M}$; $r = \beta = \frac{2p}{3M}$, quindi $z'' = \frac{2z'}{3}$. Perciò per avere l' ingrandimento M è necessario che la lunghezza focale r della lente contigua all' occhio sia $r = \frac{2}{3} \times \frac{p}{M}$, mentre se il canocchiale fosse composto del solo obiettivo, e della lente r sarebbe $r = \frac{p}{M}$.

4.º Le equazioni generali dell'ottica analitica per un sistema composto di un obiettivo, e quattro lenti oculari, sono

$$(1) \quad M = \frac{p\beta\gamma\delta}{bced} \quad (2) \quad \pi q = (p+b)\phi \quad (3) \quad \pi' r = \left(\frac{p\beta}{b} - c \right) \phi + \pi c$$

$$(4) \quad \pi'' s = \left(\frac{p\beta\gamma}{b c} + d \right) \phi + (\pi' - \pi) d$$

$$(5) \quad \pi''' t = \left(\frac{p\beta\gamma\delta}{b c d} - e \right) \phi + (\pi'' - \pi' + \pi) e$$

ovvero (5) $\phi = \frac{\pi''' - \pi'' + \pi' - \pi}{M - 1}$, giacchè dovendo il fascetto luminoso sortire in raggi paralleli dall'ultima lente t contigua all'occhio deve essere $\epsilon = \frac{et}{e-t} = \infty$, ossia $e = t$.

$$(6) \quad \pi + \frac{\pi' c}{\beta} + \frac{\pi'' c d}{\beta \gamma} + \frac{\pi''' c d e}{\beta \gamma \delta} = 0$$

per togliere il contorno colorato, supposte tutte le 4 lenti oculari dell'istesso vetro, cioè $\frac{dm'}{m'-1} = \frac{dm''}{m''-1} = \frac{dm'''}{m'''-1} = \frac{dm''''}{m''''-1}$.

L'ultimo termine dell'equazione (6) è $\frac{\pi''' c d e}{\beta \gamma \delta} = \frac{\pi''' p}{b M}$.

Abbiamo inoltre (*Santini*, 40, 51).

$$\beta = \frac{bq}{b-q} \quad \gamma = \frac{cr}{c-r} \quad \delta = \frac{ds}{d-s} \quad \epsilon = \frac{et}{e-t}.$$

L'angolo di aberrazione di refrangibilità, sarà (*Santini*, 86).

$$d\psi = \frac{M x dm}{(M-1)p} \left(1 + \frac{b^3}{pq} + \frac{b^3 c^3}{p \beta^3 r} + \frac{b^3 c^3 d^3}{p \beta^3 \gamma^3 s} + \frac{b^3 c^3 d^3 e^3}{p \beta^3 \gamma^3 \delta^3 t} \right)$$

ove mancherà il primo termine 1 dovuto all' obbiettivo, se questo sia perfetto, o privo d' aberrazioni: l'ultimo equivale a $\frac{p}{M^4 t}$.

Il raggio K del minimo circolo d' aberrazione di sfericità dovuto alle 4 lenti oculari, supposto cioè l' obiettivo perfetto è (*Santini*, 115).

$$K = \frac{M x^5}{4 p^5} \left(\frac{b^4}{p} Q + \frac{b^4 c^4}{p \beta^4} R + \frac{b^4 c^4 d^4}{p \beta^4 \gamma^4} S + \frac{b^4 c^4 d^4 e^4}{p \beta^4 \gamma^4 \delta^4} T \right),$$

ove supposte tutte le lenti dell' istesso vetro, cioè $\mu = \mu' = \mu''$ ec.

$$\nu = \nu' = \nu'' \text{ ec. sarà } Q = \frac{\mu}{q} \left(\frac{\lambda'}{q^3} + \frac{\nu}{b \beta} \right) \quad R = \frac{\mu}{r} \left(\frac{\lambda''}{r^3} + \frac{\nu}{c \gamma} \right)$$

$$S = \frac{\mu}{s} \left(\frac{\lambda'''}{s^3} + \frac{\nu}{d \delta} \right) \quad T = \frac{\mu \lambda'''}{t^3}, \text{ a motivo di } \epsilon = \infty.$$

$$\text{E l' ultimo termine di } K, \quad \frac{b^4 c^4 d^4 e^4}{p \beta^4 \gamma^4 \delta^4} T = \frac{p^5 \mu \lambda'''}{M^4 t^5}.$$

5.^o Verifichiamo adesso che i valori scelti per le quantità arbitrarie in ambedue i sistemi (10) sono tali da ottenere per l' oculare la disposizione indicata (1.^o).

Tanto nel sistema I. che nel II. è $\pi = \omega$ $\pi' = 0,5 \omega$ $\pi'' = -\omega$ $\pi''' = \omega$; ora dovendo essere sempre ϕ essenzialmente positivo (*Santini*, T. I. fig. 26) ed essendo per noi $\phi = \frac{1,5 \omega}{M-1}$, ed M positivo (1.^o) è necessario prendere ω positivo: quindi π, π', π'' saranno positivi, e π''' negativo. Rigettando gl' ingrandimenti M minori di 12 per il sistema I. e di 10 per il II., resulta per qualunque altro valore di M , $q = +$ $r = +$ $s = +$ $t = +$ cioè positive le lunghezze focali delle lenti, e si ha $\pi q = +$ $\pi' r = +$ $\pi'' s = -$ $\pi''' t = +$.

Per l' andamento del raggio principale $Aqr\dots$ (fig. 1) è preso nella figura normale del Santini (*Ottica*, T. I., §. 58, fig. 26), $Bq = \pi q$ $Cr = \pi' r$ $Ds = \pi'' s$ $Et = \pi''' t$; e poichè per noi riesce $\pi'' s = -$ il raggio principale in luogo di intersecare la lente Ss (fig. 1) al di sotto dell' asse come nella figura 26,

la intersecherà in S al di sopra, ed il raggio principale avrà l'andamento indicato (fig. 1), colla sola intersezione in O col'asse.

Nei sistemi I. e II. è

$$\frac{p}{b} = + \quad \frac{\beta}{c} = - \quad \frac{\gamma}{d} = - \quad \frac{\delta}{t} = + .$$

Perciò vi è un'immagine reale nell'intervallo $AB = p + b$; (fig. 1) nessuna immagine reale nei due intervalli $BC = \beta + c$ $CD = \gamma + d$, ed una si forma nell'intervallo $DE = \delta + t$.

Tutto ciò è conforme alla disposizione indicata (1.º).

In O (fig. 1) alla distanza $BO = \frac{\pi q}{\pi - \phi}$ (Santini, 58) do-

vrà porsi un diaframma con piccolo foro di diametro eguale (7.º) a quello del fascetto luminoso in O : fascetto che contiene i raggi provenienti da tutta la superficie dell'obiettivo, e derivanti da un punto luminoso lontano situato sull'asse dell'obiettivo medesimo. Questo diaframma lascerà passare precisamente tutti i raggi del fascetto; talchè se si restringesse il foro del diaframma, ciò equivarrebbe ad aver coperto alla luce una zona estrema dell'obiettivo. È chiaro poi che per il detto foro passeranno ancora tutti gli altri fascetti obliqui che provengono dai punti dell'oggetto, o del campo situati fuori dell'asse, perchè tutti i fascetti s'intersecano in O .

In I dove cade la 2. immagine reale si porrà il diaframma che limita il campo (7.º). L'effetto di questo diaframma è diverso da quello del precedente, perchè ristringendone l'apertura, si diminuisce il campo ossia la superficie dell'immagine in I; ma non si ristinge l'obiettivo: ogni punto dell'immagine è sempre formato dal vertice di un cono di raggi luminosi che ha per base tutto l'obiettivo.

Riepilogando è chiaro che se si ristinge il diaframma in O resta costante il numero dei punti dell'immagine visibile, ma ciascuno di essi scema di chiarezza. Se si ristinge il diaframma in I diminuisce il numero dei punti dell'immagine, ma ciascuno di essi conserva l'istessa chiarezza.

6.º I semidiametri delle lenti q, r, s, t , per ammettere il

semi-campo ϕ e tutte le grossezze dei fascetti luminosi, saranno rispettivamente $\pi'q + x' \pi'r + x'' \pi''s + x''' \pi'''t + x'''$, ove (Santini, §. 58) è

$$x' = \frac{bx}{p} \quad x'' = \frac{bcx}{p\beta} = \frac{cx'}{\beta} \quad x''' = \frac{bcdx}{p\beta\gamma} = \frac{dx''}{\gamma}$$

$$x''' = \frac{bcdex}{p\beta\gamma\delta} = \frac{ex'''}{\delta} ;$$

ed x è il semidiametro dell'obiettivo. Ambedue i termini in $\pi q + x'$, $\pi'r + x''$ ec. debbono prendersi positivi.

7.º Sia i il semidiametro del foro del diaframma indicato (5.º) da porsi in O (fig. 1). Avremo $Bo = \frac{\pi q}{\pi - \phi}$ (Santini, 58) e

$$x' : i :: \beta : \beta - Bo \quad i = \frac{x' \left(\beta - \frac{\pi q}{\pi - \phi} \right)}{\beta} .$$

Il semidiametro o semi-apertura dell'altro diaframma da porsi in I (fig. 1.) per limitare il campo, dovrà essere eguale alla mezza immagine I, ossia z'' . Ed abbiamo (Santini, 56.)

$$z'' = \frac{p\beta\gamma\delta}{bcd} \phi = Mt\phi .$$

8.º Dato il diametro e la lunghezza focale di un obiettivo per cui voglia costruirsi uno dei presenti oculari, conviene fissare, per calcolare le formule, il valore dell'ingrandimento M che con questo oculare vuole ottenersi. Vediamo tra quali limiti M deve essere compreso.

Preso per unità di misura il pollice di Parigi, sia

x semidiametro dell'obiettivo

p sua lunghezza focale principale

y semidiametro del fascetto luminoso che sorte fuori in raggi paralleli dall'ultima lente, contigua all'occhio.

M ingrandimento.

Qualunque sia il numero, e disposizione delle lenti di un sistema, se i raggi entrano paralleli all'asse, e sortono pure paralleli, e le aperture delle lenti sono regolate in modo che nessuno dei raggi paralleli all'asse, che entra per l'obiettivo sia trattenuto, o disperso è sempre $y = \frac{x}{M}$, e quindi $M = \frac{x}{y}$ (Santini, 68).

Per la più gran chiarezza suole prendersi

$$y = \frac{1}{24} = 0,041667 \text{ pollici},$$

cioè il diametro del fascetto eguale al minimo diametro $\frac{1}{12}$ della pupilla. Quindi si ha il minimo ingrandimento $M = 24x$. Questo ingrandimento è eguale al diametro $2x$ dell'obiettivo espresso in linee.

Per la più piccola chiarezza stabiliremo il più piccolo $y = 0,006 \text{ pollici}$, e perciò il più forte ingrandimento sarà $M = \frac{500x}{3}$ questo ingrandimento è eguale al precedente moltiplicato per 6,9444.

Gli ingrandimenti dei quali si vorrà corredare il canocchiale tanto per gli oggetti terrestri che per i celesti dovranno essere compresi tra i detti due limiti, cioè $M > 24x$, $M < \frac{500x}{3}$.

Ma questi limiti dovrebbero essere alquanto variati se si volesse che corrispondessero alla massima e minima chiarezza effettivamente possibili. Quanto al primo osserviamo che il più gran diametro della pupilla nella massima dilatazione è 3,1 linee (Santini, 77) e quindi per ottenere la massima chiarezza, per questo stato della pupilla, dovrebbe essere $2y = 3,1 \text{ lin.}$, ossia $y = 0,1291 \text{ pol.}$: perciò il minimo $M = 7,742x$. Sarebbe inutile aumentare y per avere maggiore chiarezza, perchè i raggi luminosi del fascetto non entrerebbero tutti nella pupilla. Quanto al 2.° limite potrebbe diminuirsi $y = 0,006$ (purchè però l'obiettivo fosse di gran perfezione) secondo il numero, qualità, e grössezza dei vetri che compongono il canocchiale, finchè gli oggetti non comparissero troppo oscuri.

9.^o Per trovare dei valori numerici opportuni per le quantità arbitrarie è da osservarsi quanto appresso:

Nel calcolo delle equazioni (4.^o) dalle quali debbono dedursi i valori generali di β , c , γ ... q , r , s ... prenderemo per arbitrarie le quantità π π' π'' π''' b $\frac{\beta}{c}$.

Ponghiamo $\pi = g\omega$ $\pi' = g'\omega$ $\pi'' = -g''\omega$ $\pi''' = g'''\omega$ $b = \frac{np}{M} - \frac{\beta}{c} = Q$, e le arbitrarie saranno g , g' , g'' , g''' , n , Q ,

tutte positive: così risultano negative π'' , $\frac{\beta}{c}$; inoltre deve essere $\beta = -c = +$ conformemente (*Santini*, 259 e seguenti) alla disposizione (1.^o) dell'oculare di cui si tratta.

$\beta = -$ si ottiene procurando che riesca $q = +$ e $b < q$, giacchè è $\beta = \frac{bq}{b-q}$: $c = +$ si ottiene prendendo $Q = +$. L'intervallo $Bc = \beta + c$ (*fig. 1*) deve essere essenzialmente positivo, cioè $c > -\beta$, lo che si ha prendendo $Q < 1$.

Le equazioni (4.^o) sono di tal forma che o non contengono alcuna delle quantità π , π' , π'' , π''' , oppure ogni loro termine è moltiplicato per una di esse: talchè sostituito in queste ultime $\pi = g\omega$, $\pi' = g'\omega$ ec. sparisce ω .

Se dunque abbiamo trovato dei valori numerici per g , g' ... adattati alla riuscita dell'oculare, si per le aberrazioni, che per il tubo corto ec..., mediante i quali valori si hanno le espressioni generali di q , r ... ec. queste espressioni o formule rimarranno le medesime prendendo in luogo dei numeri g , g' ... (per esempio 2, 3, 8, 1) altri numeri proporzionali come 1, 1,5, 4, 0,5. Possiamo dunque prendere g , g' ... tra 0 ed 1 senza ristringere la generalità del nostro calcolo, ed avere dai valori < 1 gl'istessi risultati che da altri numeri maggiori. Allora con g , g' ... < 1 , nel valore del mezzo-campo $\phi = \frac{\pi''' - \pi'' + \pi' - \pi}{M - 1} = \frac{(g'' + g'' + g' - g)\omega}{M - 1}$ possiamo porre $\omega = 0,25$ o $\omega = 0,2$ prendendo 0,25, o 0,2 per limite di π , π' ... π''' (*Santini*, 58, 192) ed avere $\phi = \frac{(g'' + g'' + g' - g)0,25}{M - 1}$ (a).

Che se si prendessero altri numeri per g , g' ... ed alcuno di

questi fosse maggiore di 1 bisognerebbe diminuire ω . Sia per esempio, $g' = \frac{3}{2}$; avremo

$$\pi' = g'\omega < 0,25 \text{ ed } \omega < \frac{0,25 \times 2}{3} \text{ e } \phi = \frac{(g'''+g''+g'-g)\frac{2}{3} \times 0,25}{M-1} \quad (b)$$

il qual campo però è eguale a quello indicato (a) ove ogni quantità $g''', g'' \dots$ sia $\frac{2}{3}$ di quella corrispondente nella formula (b).

Essendo M un numero grande in faccia alle altre quantità, avremo dall'equazione (4) prossimamente, e posto $\phi = \frac{n'\omega}{M-1}$,

$$(2) \quad q = \frac{n'p}{gM} \quad \frac{q}{b} = \frac{n'}{ng} \quad 1 - \frac{q}{b} = - \frac{n' - ng}{ng}$$

$$\beta = \frac{q}{1 - \frac{q}{b}} = - \frac{n'n'p}{(n' - ng)M} \quad c = - \frac{\beta}{Q} \quad \beta + c = \frac{(1 - Q)n'n'p}{Q(n' - ng)M}$$

$$(3) \quad \frac{r}{c} = \frac{ng - n'Q}{ng'} \quad r = \frac{(ng - n'Q)n'p}{g'(n' - ng)QM} \quad 1 - \frac{r}{c} = \frac{ng' - (ng - n'Q)}{ng'}$$

Il termine di K (4.º) che riesce più grande degli altri in questo sistema di oculari è quello che contiene λ'' ; ed abbiamo

$$\frac{M b^4 c^4 \mu \lambda''}{p \beta^4 r^5} = \frac{g'^5 (n' - ng)^5 n^4 \mu \lambda''}{n'^5 (ng - n'Q)^5 Q} ,$$

il quale sia presso a poco eguale, o minore di $1,424 \mu \lambda''$ che produce un'aberrazione molto piccola e trascurabile (Santini, 288). Volendo il campo ampio (2) $\phi = \frac{1,5 \omega}{M-1}$ dovrà prendersi $n' = g'' + g'' + g' - g = 1,5$.

Per aver piccolo il termine con λ'' , siano g' , $n' - ng$ frazioni; ma l'ultima non troppo piccola per non aumentare troppo l'intervallo $\beta + c$ tra le lenti q , ed r : al quale effetto anche Q non deve esser troppo piccolo. Non può però prendersi Q molto prossimo a 1 perchè $ng - n'Q = ng - 1,5Q$ riuscirebbe piccolissimo e si aumenterebbe notabilmente il termine con λ'' . Finalmente $1 - \frac{r}{c}$ non sia troppo piccolo perchè diverrebbe troppo grande $\gamma = \frac{r}{1 - \frac{r}{c}}$ e quindi grande l'intervallo $\gamma + d$ tra le lenti r , s , sebbene d riesca negativo. Si stabilisca per lo meno $1 - \frac{r}{c} > 0,5$.

10.° Con pochi tentativi si trovano adattati i valori seguenti:

1.º

$$n = 1 \quad g = 1 \quad g' = 0,5 \quad g'' = 1 \quad g''' = 1 \quad Q = 0,52$$

ossia

$$b = \frac{p}{m} \quad \pi = \omega \quad \pi' = 0,5\omega \quad \pi'' = -\omega \quad \pi''' = \omega \quad \frac{\beta}{c} = -0,52$$

che sostituiti nelle formule precedenti, danno

$$n' = 1,5 \quad \phi = \frac{1,5\omega}{M - 1} \quad n' - ng = 0,5 \quad ng - n'Q = 0,22$$

$$\beta + c = \frac{2,769 p}{M} \quad 1 - \frac{r}{c} = 0,56$$

$$\frac{M b^4 c^4 \mu \lambda''}{p \beta^4 r^3} = \frac{\overline{3}}{\overline{3}} = 0,83613 \mu \lambda''.$$

$0,33 \cdot 0,52$

2.

$$n = 0,8 \quad g = 1 \quad g' = 0,5 \quad g'' = 1 \quad g''' = 1 \quad Q = 0,4$$

ossia

$$b = \frac{0,8 p}{M} \quad \pi = \omega, \quad \pi' = 0,5 \omega \quad \pi'' = -\omega \quad \pi''' = \omega \quad \frac{\beta}{c} = -0,4$$

dai quali resulta

$$n' = 1,5 \quad \text{e} \quad \phi = \frac{1,5 \omega}{M - 1} \quad n' - n g = 0,7$$

$$n g - n' Q = 0,2 \quad \beta + c = \frac{2,57 p}{M} \quad 1 - \frac{r}{c} = 0,5$$

$$\frac{M b^4 c^4 \mu \lambda''}{p \beta^4 r^5} = \frac{\frac{0,35 \cdot 0,4096 \mu \lambda''}{0,3 \cdot 0,4}}{3} = 1,026 \mu \lambda''.$$

Dai suddetti valori risultano i due Sistemi che seguono.

SISTEMA 1.

$$11. \quad b = \frac{p}{M}, \quad \pi = \omega, \quad \pi' = 0,5 \omega, \quad \pi'' = -\omega, \quad \pi''' = \omega, \quad \frac{\beta}{c} = -0,52$$

$$\text{L'equazione (1), §. 4, darà (1) } \frac{d^3}{dt^3} = -\frac{25}{13}$$

$$(6) \quad 1 - \frac{0,5}{0,52} + \frac{1}{0,52} \frac{d}{\gamma} + 1 = 0 \quad \frac{d}{\gamma} = -0,54 \quad \frac{\delta}{\ell} = \frac{13,5}{13}$$

$$(5) \quad \varepsilon = \frac{1,5 \omega}{M - 1} \quad (2) \quad g = \frac{1,5 (M - 1) p}{(M - 1) M} \quad \frac{g}{b} = \frac{1,5 (M - 1)}{M - 1}$$

$$1 - \frac{q}{b} = - \frac{M + 5}{2(M - 1)} \quad \beta = \frac{q}{1 - \frac{q}{b}} = - \frac{3(M + 1)p}{(M + 5)M}$$

$$c = - \frac{\beta}{0,52} = \frac{75(M + 1)p}{13(M + 5)M} \quad \beta + c = \frac{36(M + 1)p}{13(M + 5)M}$$

$$(3) \frac{r}{c} = \frac{0,44M - 5}{M - 1} \quad 1 - \frac{r}{c} = \frac{0,56M + 4}{M - 1} \quad r = \frac{75(0,44M - 5)(M + 1)p}{13(M - 1)(M + 5)M}$$

$$\gamma = \frac{r}{1 - \frac{r}{c}} = \frac{75(0,44M - 5)(M + 1)p}{13(M + 5)(0,56M + 4)M}$$

$$d = - 0,54 \gamma = - \frac{40,5(0,44M - 5)(M + 1)p}{13(M + 5)(0,56M + 4)M}$$

$$\gamma + d = \frac{34,5(0,44M - 5)(M + 1)p}{13(M + 5)(0,56M + 4)M}$$

$$(4) \quad - \frac{s}{d} = \frac{8,5M + 18}{9(M - 1)} \quad 1 - \frac{s}{d} = \frac{17,5M + 9}{9(M - 1)}$$

$$s = \frac{4,5(0,44M - 5)(8,5M + 18)(M + 1)p}{13(M - 1)(M + 5)(0,56M + 4)M}$$

$$\delta = \frac{s}{1 - \frac{s}{d}} = \frac{40,5(0,44M - 5)(8,5M + 18)(M + 1)p}{13(M + 5)(0,56M + 4)(17,5M + 9)M}$$

$$t = \frac{13\delta}{13,5} = \frac{3(0,44M - 5)(8,5M + 18)(M + 1)p}{(M + 5)(0,56M + 4)(17,5M + 9)M}$$

$$\delta + t = \frac{79,5(0,44M - 5)(8,5M + 18)(M + 1)p}{13(M + 5)(0,56M + 4)(17,5M + 9)M} \quad \frac{\pi''t}{M\phi} = \frac{2(M - 1)t}{3M}$$

12.^o Per M grandissimo, o $M = \infty$ sarà, conservando nelle

Formule il rapporto $\frac{p}{M}$ tra la lunghezza focale p dell' obiettivo, e l' ingrandimento M ,

$$q = \frac{1,5 p}{M} \quad r = \frac{2,5384 p}{M} \quad s = \frac{2,3118 p}{M} \quad t = \frac{1,1449 p}{M}$$

$$\beta + c = \frac{2,7692 p}{M} \quad \gamma + d = \frac{2,0851 p}{M} \quad \delta + t = \frac{2,3338 p}{M} \quad \frac{\pi'' t}{M \phi} = \frac{0,7632 p}{M}$$

$$\beta + c + \gamma + d + \delta + t + \frac{\pi'' t}{M \phi} = \frac{7,9513 p}{M},$$

lunghezza del tubo oculare.

*Formule per la costruzione dell' oculare.
secondo il Sistema I.*

13.^o Formule per il calcolo dell' oculare. M è l' ingrandimento da determinarsi secondo le regole del §. 8, e p è la lunghezza focale dell' obiettivo.

Si ponga per brevità, $0,44 M - 5 = A$ $8,5 M + 18 = B$ $M + 5 = C$ $0,56 M + 4 = D$ $17,5 M + 9 = E$, ed avremo dalle formule (11).

Lunghezze focali.

Lunghezza focale (fig. 1.) della lente.

$$Q q \dots q = \frac{1,5 (M - 1) p}{(M - 1) M} \quad \text{log. } 1,5 = 0,1760913$$

$$R r \dots r = \frac{50 A q}{13 C} \quad \text{log. } \frac{50}{13} = 0,5850266$$

$$S s \dots s = \frac{0,06 B r}{D} \quad \text{log. } 0,06 = 8,7781513$$

$$T t \dots t = \frac{13 (M - 1) s}{1,5 E} \quad \text{log. } \frac{13}{1,5} = 0,9378521$$

Raggi di curvatura.

È esperimentato che nell' oculare indicato (1.º) fanno buono effetto le lenti piano-convesse: le prime due q , r (fig. 1) colla faccia piana dalla parte dell' obiettivo; le ultime due s , t col piano dalla parte dell' occhio (Santini, 260). Supponendo le lenti piano-convesse di vetro comune, o di Crown per cui l' indice medio di rifrazione sia $m = 1,55$ i rispettivi raggi di curvatura R' , R'' ; R''' , R''' ; ec. delle lenti q , r ... saranno (Santini, 40) $R' = \infty$ $R'' = 0,55q$; $R''' = \infty$ $R'''' = 0,55r$; $R'''' = 0,55s$; $R'''' = \infty$ $R''''' = 0,55t$ $R'''''' = \infty$.

$$\text{Log. } 0,55 = 9^{\circ}7403627.$$

Semi-diametri.

I semi-diametri delle lenti sono indicati (6.º) in generale, e per questo Sistema I. divengono, presi positivi,

$$x' = \frac{b x}{p} = \frac{x}{M} = y \quad (6.8.) \quad x'' = \frac{c x'}{\beta} = 1,9238 y$$

$$x''' = \frac{d x''}{\gamma} = 1,03846 y ; \quad x'''' = \frac{e x'''}{\delta} = \frac{t x''''}{\delta} = y .$$

Posto $\omega = \frac{1}{4}$ avremo inoltre (11) $\pi = 0,25$ $\pi' = 0,125$ $\pi'' = 0,25$ $\pi''' = 0,25$ presi questi valori positivamente.

Dunque i semidiametri delle lenti q , r , s , t saranno

$$\pi q + x' = 0,25 q + y \quad \text{log. } 0,25 = 9^{\circ}3979400$$

$$\pi r' + x'' = 0,125 r + 1,9238 y \quad \text{log. } 0,125 = 9^{\circ}0969100$$

$$\pi'' s + x''' = 0,25 s + 1,03846 y \quad \text{log. } 1,9238 = 0,2839967$$

$$\pi''' t + x'''' = 0,25 t + y \quad \text{log. } 1,03846 = 0,0163905$$

πq , $\pi' r$... sono i semidiametri necessarii delle lenti affinchè le intere lenti ammettano il campo 2ϕ , supposto scoperto il solo centro dell' obiettivo, cioè i fascetti luminosi senza grossezza: x' , x'' ... sono gli aumenti da darsi a πq , $\pi' r$... per ammettere 2ϕ ed i fascetti colla grossezza quando è scoperto alla luce tutto l' obiettivo: ovvero x' , x'' ... sono i semidiametri dei fascetti luminosi (il cui asse è il raggio principale **Aq R STO"** (fig. 1) sulle superficie delle lenti q , r , s , t .

Distanze.

Distanza AB (fig. 1.) tra l' obiettivo PP, e la 1.^a lente Qq;

$$p + b = \frac{(M + 1)p}{M}$$

tra la 1.^a e la 2.^a lente Rr;

$$\beta + c = \frac{36(M + 1)p}{13 \text{ CM}} ; \quad \log. \frac{36}{13} = 0,4423591$$

tra la 2.^a e 3.^a lente Ss;

$$\gamma + d = \frac{11,5A(\beta + c)}{12 D} ; \quad \log. \frac{11,5}{12} = 9,9815166$$

tra la 3.^a e 4.^a lente TT;

$$\delta + e = \frac{53B(\gamma + d)}{23 E} ; \quad \log. \frac{53}{23} = 0,3625481$$

tra la 4.^a lente e l' occhio;

$$\frac{\pi''t}{M\phi} = \frac{2(M - 1)t}{3M} ; \quad \log. \frac{2}{3} = 9,8239087 .$$

Diaframmi.

Semidiametro i del foro del diaframma da porsi in O (*fig. 1*)

$$\text{che limita l'obiettivo (5, 7)} \quad BO = \frac{\pi q}{\pi - \phi} \quad i = \frac{x' \left(\beta - \frac{\pi q}{\pi - \phi} \right)}{\beta}.$$

Semidiametro z' del diaframma da porsi in I, che limita il campo (7.^o) $z' = M t \phi$ (*fig. 1.*) $E I = t$.

Per i valori delle aberrazioni $d \psi$ e K (4.^o) si veda (17...20).

Campo.

Mezzo-campo $\phi = \frac{1,5 \omega}{M - 1}$; in minuti primi sarà

$$\phi = \frac{1,5 \omega \times 3437',7468}{M - 1} \quad \omega \text{ tra } 0,2 \text{ e } 0,25 \text{ (9.^o)}$$

$$\log. 3437',7468 = 3,5362739.$$

Il numeratore $3 \omega \times 3437',7468$ di 2ϕ è (considerando $M - 1$ eguale ad M) l'angolo sotto cui comparisce all'occhio il diaframma posto in I (*fig. 1.*) cioè è il *campo dell'oculare* che può guardarsi togliendo l'oculare dal cannocchiale e rivolgendolo al cielo o contro un fondo bianco: l'ampiezza di questo campo è indipendente dalla grandezza dell'oggetto che può comprendere e che dipende dall'ingrandimento M : la grandezza angolare poi di questo oggetto compreso, visto a occhio nudo, coll'occhio situato presso l'obiettivo è il *campo del cannocchiale* ossia $2\phi = \frac{3 \omega \times 3437',7468}{M - 1}$, che diminuisce al crescere di M , poichè quanto più aumenta M tanta minor superficie dell'oggetto entra nel *campo dell'oculare* che è di grandezza invariabile.

Per giudicare dunque se un sistema d'oculari ha il campo sufficientemente ampio o troppo ristretto, bisogna misurare il

campo dell'oculare. Nei due presenti Sistemi l'intero campo dell'oculare $3\omega + 3437',7468$ sarà per $\omega = 0,2$ di $34^{\circ}22'$ e per $\omega = 0,25$ sarà di $42^{\circ}58'$ i quali campi sono abbastanza ampi.

SISTEMA II.

14.^o Questo Sistema sarà esposto più concisamente potendosi ricorrere al Sistema I. per gli schiarimenti opportuni.

$$b = \frac{0,8p}{M} \quad \pi = \omega \quad \pi = 0,5\omega \quad \pi'' = -\omega \quad \pi''' = \omega \quad \frac{\beta}{c} = -0,4$$

dai quali valori resulta (equazioni del §. 4.)

$$\frac{d}{\gamma} = -0,4 \quad \frac{\delta}{e} = \frac{\delta}{t} = 0,8: \text{ inoltre}$$

$$\frac{de}{\gamma\delta} = -0,5 \quad \frac{\sigma d}{\beta\gamma} = 1 \text{ per il calcolo di } d\psi \text{ e K.} \quad \phi = \frac{1,5\omega}{M-1}$$

$$q = \frac{1,5(M+0,8)p}{(M-1)M} \quad \frac{q}{b} = \frac{15(M+0,8)}{8(M-1)} \quad 1 - \frac{q}{b} = -\frac{7M+20}{8(M-1)}$$

$$\beta = \frac{q}{1 - \frac{q}{b}} = -\frac{12(M+0,8)p}{(7M+20)M} \quad c = -\frac{\beta}{0,4} = \frac{30(M+0,8)p}{(7M+20)M}$$

$$\beta + c = \frac{18(M+0,8)p}{(7M+20)M} \quad \frac{r}{c} = \frac{0,5M-5}{M-1} \quad 1 - \frac{r}{c} = \frac{0,5M+4}{M-1}$$

$$r = \frac{30(M+0,8)(0,5M-5)p}{(M-1)(7M+20)M} \quad \gamma = \frac{r}{1 - \frac{r}{c}} = \frac{30(M+0,8)(0,5M-5)p}{(7M+20)(0,5M+4)M}$$

$$d = -0,4 \gamma = -\frac{12(M+0,8)(0,5M-5)p}{(7M+20)(0,5M+4)M}$$

$$\gamma + d = \frac{18(M + 0,8)(0,5M - 5)p}{(7M + 20)(0,5M + 4)M} - \frac{s}{d} = \frac{1,1M + 1,6}{0,8(M - 1)}$$

$$1 - \frac{s}{d} = \frac{1,9M + 0,8}{0,8(M - 1)} \quad s = \frac{15(M + 0,8)(0,5M - 5)(1,1M + 1,6)p}{(M - 1)(7M + 20)(0,5M + 4)M}$$

$$\delta = \frac{s}{1 - \frac{s}{d}} = \frac{12(M + 0,8)(0,5M - 5)(1,1M + 1,6)p}{(7M + 20)(0,5M + 4)(1,9M + 0,8)M}$$

$$t = \frac{\delta}{0,8} = \frac{15(M + 0,8)(0,5M - 5)(1,1M + 1,6)p}{(7M + 20)(0,5M + 4)(1,9M + 0,8)M}$$

$$\delta + t = \frac{27(M + 0,8)(0,5M - 5)(1,1M + 1,6)p}{(7M + 20)(0,5M + 4)(1,9M + 0,8)M} \quad \frac{\pi''t}{M\phi} = \frac{2(M - 1)t}{3M}$$

15.^o Quando M è un numero grande sarà prossimamente

$$q = \frac{1,5p}{M} \quad r = \frac{2,1428p}{M} \quad s = \frac{2,3571p}{M} \quad t = \frac{1,2406p}{M}$$

$$\beta + c = \frac{2,5714p}{M} \quad \gamma + d = \frac{2,5714p}{M} \quad \delta + t = \frac{2,233p}{M} \quad \frac{\pi''t}{M\phi} = \frac{0,827p}{M}$$

$$\text{Lunghezza del tubo oculare } \beta + c + \gamma + d + \delta + t + \frac{\pi''t}{M\phi} = \frac{8,2028p}{M}$$

Formule per la costruzione dell' oculare secondo il Sistema II.

16.^o Formule per il calcolo dell' oculare. Poniamo $M + 0,8 = A$
 $0,5M - 5 = B$ $1,1M + 1,6 = C$ $7M + 20 = D$ $0,5M + 4 = E$

$$1,9M + 0,8 = F.$$

Lunghezze focali.

$$q = \frac{1,5Ap}{(M - 1)M} \quad r = \frac{20Bq}{D} \quad \log. 1,5 = 0,1760913$$

$$s = \frac{Cr}{2E} \quad t = \frac{(M-1)s}{F} \quad \log. 2 = 0,3010300.$$

Raggi di curvatura.

$$R' = \infty \quad R'' = 0,55q; \quad R''' = \infty \quad R'^v = 0,55r; \quad R^v = 0,55s$$

$$R^{v'} = \infty; \quad R^{v''} = 0,55t \quad R^{v'''} = \infty.$$

Semidiametri.

$$\pi q + x' = 0,25q + 0,8y \quad \pi'r + x'' = 0,125r + 2y$$

$$\pi''s + x''' = 0,25s + 0,8y \quad \pi'''t + x'^v = 0,25t + y$$

$$\log. 0,25 = 9^*,3979400$$

$$\log. 0,8 = 9^*,9030900$$

$$\log. 0,125 = 9^*,0969100.$$

Distanze.

$$p + b = \frac{(M + 0,8)p}{M} \quad \beta + c = \frac{18Ap}{DM} \quad \log. 18 = 1,2552725$$

$$\gamma + d = \frac{B(\beta + c)}{E} \quad \delta + t = \frac{1,5C(\gamma + d)}{F} \quad \log. 1,5 = 0,1760913.$$

Diaphragmi.

$$i = \frac{x' \left(\beta - \frac{\pi q}{\pi - \phi} \right)}{\beta}; \quad z'^v = Mt\phi$$

$$B0 = \frac{\pi q}{\pi - \phi} \quad EI = t.$$

Campo.

$$\psi = \frac{1,5 \omega}{M - 1}; \text{ in minuti primi } \phi = \frac{1,5 \omega \times 3437',7468}{M - 1}$$

$$\log. 3437',7468 = 3,5362739.$$

*Aberrazioni di refrangibilità, e di sfericità negli oculari
dei due precedenti Sistemi.*

17.^o All'oggetto di evitare valori troppo complicati di $d\psi$ e K , si sostituiscano nelle loro espressioni generali (4) i valori approssimati di q , r ec. (12) e quelli pure approssimati di b , β , c , γ per il Sistema I, ed i corrispondenti (15) per il Sistema II, ed avremo

Angolo $d\psi$ di aberrazione di refrangibilità.

Sistema I.

$$d\psi = \frac{M \times d\,m}{(m-1)p} \left(\frac{0,6667 + 1,4579 + 0,4665 + 0,8734}{M} \right) = \frac{3,4645 \times d\,m}{(m-1)p}$$

Sistema II.

$$d\psi = \frac{M \times d\,m}{(M-1)p} \left(\frac{0,4267 + 1,8667 + 0,2715 + 0,8061}{M} \right) = \frac{3,371 \times d\,m}{(m-1)p}$$

aberrazioni molto piccole e tollerabili dall'occhio, perchè quasi eguali a quella di $d\psi = \frac{2,9 \times d\,m}{(m-1)p}$ (Santini 285).

Raggio K del minimo circolo d'aberrazione di sfericità.

Sistema I.

$$K = \frac{\mu x^3}{4 p^3} (0,2963 \lambda' + 0,8362 \lambda'' + 0,0941 \lambda''' + 0,6663 \lambda'''' + 0,601 \lambda''''')$$

Sistema II.

$$K = \frac{\mu x^3}{4 p^3} (0,1214\lambda' + 1,6262\lambda'' + 0,0313\lambda''' + 0,5237\lambda'''' + 0,7079\gamma)$$

ove μ, γ sono frazioni: se le lenti sono di crown per cui l'indice medio di rifrazione sia $m = 1,55$, resulta $\mu = 0,938191$ $\gamma = 0,23269$ log. $\mu = 9^{\circ}9722913$ log. $\gamma = 9^{\circ}3667814$ (*Euler, Diottrica*, T. I, pag. 39, 47). (*Santini*, 107).

18.^o Il più piccolo valore possibile di $\lambda', \lambda'' \dots \lambda''''$ è 1. (*Santini*, 103) col quale i termini di K risultano i più piccoli, ma raramente può adottarsi. Infatti il valore 1. corrisponde alla lente q , o r ec. di minima aberrazione di sfericità, supposto che i raggi luminosi provengano da un punto situato sull'asse comune di tutte le lenti; a detto punto è limitato il calcolo delle aberrazioni nell'ottica analitica più volte citata, e non vi è trattato il caso troppo complicato delle aberrazioni di sfericità per i raggi provenienti dai punti situati fuori dell'asse, o estremi del campo (*Santini*, 116. in fine). Quindi accade quasi sempre che oculari composti di lenti per le quali sia $\lambda' = 1$, $\lambda'' = 1$ ec. rappresentano con molta distinzione il punto di centro del campo, ed i punti prossimi a questo: ma poco distinti i punti situati in una zona estrema del campo medesimo. Allora è necessario prendere altra forma per tutte, o per alcune lenti, per esempio per la lente q ; ossia sostituire ai raggi di curvatura R', R'' delle facce di q , corrispondenti a $\lambda' = 1$, due nuovi raggi (mantenendo la data lunghezza focale q) adattati al buono effetto dell'oculare: questi corrisponderanno ad altro valore di λ' , maggiore di 1: si sarà aumentata l'aberrazione dei punti di centro, ma diminuita (se si è trovato un valore adattato di λ') quella degli estremi del campo, in modo da avere aberrazioni insensibili all'occhio per tutti i punti. Se la disposizione delle lenti prescelta per l'oculare non ammettesse valore di λ' capace di ridurre a tal piccolezza le aberrazioni di tutti i punti del campo, o dell'oggetto visibile, bisognerebbe scegliere un'altra disposizione o sistema di lenti. Probabilmente le facce di ciascuna lente capaci di produrre

talii insensibili aberrazioni per tutti i punti sono state trovate sperimentalmente negli oculari che si costruiscono; e si osserva che in tali oculari che fanno buono effetto i λ' , λ'' , ec. differiscono da quelli che per medesimi sistemi spesso vengono proposti nei Trattati di ottica che si appoggiano alla sola teoria delle aberrazioni per un punto situato sull'asse.

19.^o In mancanza di un calcolo praticabile per le aberrazioni dei punti fuori dell'asse può ricorrersi utilmente al metodo seguente.

Si prenda per sistema normale quello indicato (*Santini*, T. I. fig. 26.) e che indica l'andamento del raggio principale estremo che passa per il centro dell'obiettivo; e si supponga inoltre scoperto alla luce tutto l'obiettivo sicchè si formino i fascetti luminosi che vanno alla circonferenza estrema di ogni lente, e dei quali è asse il suddetto raggio principale. Si assegnino i valori generali degli angoli d'incidenza e di emergenza del raggio di ciascun fascetto (che passa per l'estrema circonferenza di ciascuna lente) colla superficie anteriore e posteriore della medesima. Applicati questi valori alla disposizione particolare che si contempla, e che qui per esempio è indicata (fig. 1), si determinino i raggi di curvatura delle superficie di ogni lente QQ (mantenendo la data lunghezza focale q) in modo che nessuno dei suddetti angoli sia troppo grande: sembra che in generale possano ammettersi fino ai 30° . Ciò si ottiene con pochi e facili tentativi di calcolo; se non fosse possibile avere angoli abbastanza piccoli la proposta disposizione, o sistema delle lenti sarebbe in generale da rigettarsi. Con questo metodo si trovano tali valori di λ' , λ'' , ..., ossia tali forme di lenti che o combinano, o sono assai prossime, come può verificarsi, a quelle effettivamente usate nella costruzione dei buoni oculari si astronomici, che terrestri.

20.^o È provato che nell'oculare di cui si tratta producono buono effetto le lenti piano-convesse situate come nella fig. 1., cioè le lenti q , r piane nella faccia anteriore, e le lenti s , t nella posteriore, ossia $R' = R'' = R' = R'' = \infty$. Perciò per le prime 2 lenti avremo (*Santini*, 105) $\sigma - h (\sigma - p) \pm \tau \sqrt{\lambda - 1} = 0$, e per le altre due $\rho + h (\rho - p) \mp \tau \sqrt{\lambda - 1} = 0$ di dove fatti i calcoli opportuni si rileva

SISTEMA I.

Per la lente <i>q</i>	$\lambda' = 1,3397$
<i>r</i>	$\lambda'' = 2,2093$
<i>s</i>	$\lambda''' = 2,6594$
<i>t</i>	$\gamma'^v = 4,2326$

SISTEMA II.

$\lambda' = 2,3875$
$\lambda'' = 2,0088$
$\lambda''' = 4,8869$
$\lambda'^v = 4,2326$

che sostituiti nei valori di *K* (17.) danno

$$K = \frac{5,4794 \mu x^3}{4 p^5}$$

$$K = \frac{4,0957 \mu x^3}{4 p^5}$$

È notato (*Santini*, 288) per l'oculare a 4 lenti a tubo lungo (*Santini*, 274) il valore di *K*, nel quale sostituendo i valori di λ' λ'' λ''' (*Santini*, 289) e supponendo non isoscele come ivi è proposto la lente all'occhio, ma piano-convessa col piano dalla parte dell'occhio come si fa in pratica si avrà $\lambda'^v = 4,233$ e $K = \frac{2,928 \mu x^3}{4 p^5}$, aberrazione stimata molto piccola e trascurabile. Quindi apparisce essere abbastanza piccoli anche i valori precedenti di *K*.

Si valuterà ancor più la loro piccolezza confrontandoli con l'aberrazione $K = \frac{\mu (\lambda' - 6v + 27 \lambda'') x^3}{32 p^5}$ (*Santini*, 219) dell'oculare astronomico a 2 lenti che si costruisce generalmente colle lenti piano-convesse, ed i piani dalla parte dell'occhio, e che fa buono effetto. Per dette lenti si ha (*Santini*, 220) $\lambda' = 9,783$ $\lambda'' = 4,233$ e $K = \frac{15,334 \mu x^3}{4 p^5}$.



SULLE CORRENTI ELETTRICHE DELLA TERRA;
MEMORIA DI CARLO MATTEUCCI.

Sin da quando dopo la scoperta di Øersted fu inventato il galvanometro vi furono fisici che tentarono di scoprire con quest'strumento se vi erano segni di corrente elettrica negli strati terrestri. Il sig. Fox è forse il primo che abbia tentato questo studio nelle miniere di rame di Cornevall. Oggi dopo quel che sappiamo sui fenomeni elettro chimici non siamo più sorpresi che Fox abbia trovato delle correnti elettriche toccando colle estremità del galvanometro i vari punti di un filone metallico. Il sig. Becquerel aggiunse molti altri casi di corrente elettrica ottenuti toccando da una parte delle masse d'acqua, stagni, pozzi, fiumi e dall'altra i terreni circostanti. A misura che i galvanometri si sono perfezionati fu trovato che le più piccole differenze di composizione chimica o di temperatura bastavano per avere segni di elettricità in quei casi: si è soprattutto trovato che le estremità metalliche del galvanometro sono o divengono facilmente eterogenee, per cui il più delle volte queste correnti dipendevano, o dallo stato degli elettrodi, o dagli effetti chimici disuguali esercitati fra gli elettrodi e l'acqua o il terreno in cui sono immersi. Sin qui dunque non si trattava di correnti elettriche *spontanee* della terra, come le chiama Airy, ma di fenomeni elettro-chimici che si producevano nel seno della terra, e dovuti alla disposizione dell'esperienza. L'idea delle correnti della terra è sicuramente nata dacchè fu scoperto che i fili del telegrafo erano percorsi da correnti elettriche molto intense durante un'aurora boreale. Nella notte del 17 Novembre 1847 osservai, io credo per la

prima volta, questo fenomeno a Pisa e lo descrissi in una lettera a Arago che fu letta nell' Accademia e pubblicata nei *Comptes rendus*. Verso le 9 della sera una magnifica aurora boreale si mostrò e durò fin dopo le 11. In quel tempo fu impossibile all' uffizio telegrafico di Pisa di comunicare colle altre stazioni di Toscana, perchè le ancore degli apparecchi rimanevano fissate in contatto dei poli delle elettro-calamite. I galvanometri introdotti nei circuiti segnavano una forte deviazione più o meno fissa. L' elettroscopio atmosferico alzato sulla terrazza del Gabinetto di Fisica dell' Università dava forti segni d' elettricità positiva. Questa osservazione fu ripetuta non molto dopo e confermata agli Stati uniti: in seguito e nel 1858 specialmente vi furono casi frequenti in Europa e in America di aurore boreali, e dell' esistenza contemporanea di correnti elettriche più o meno intense nelle linee telegrafiche. Dopo di ciò era naturale di cercare se correnti elettriche circolavano nei fili telegrafici indipendentemente dall' apparizione dell' aurora boreale. Molti lavori di questo genere sono già stati pubblicati e noi non faremo qui che accennarli.

Barlow nel 1848 inserì nel *Phil. Trans.* una lunga serie di esperienze fatte sulle linee telegrafiche Inglesi, dalle quali risultava che vi erano correnti elettriche nei fili telegrafici le quali variavano di direzione ad intervalli piccolissimi di tempo e credette anche scorgere una certa relazione fra la direzione delle correnti e le diverse ore del giorno.

Anche Walker, uno degli Ingegneri dei telegrafi Inglesi fece molte osservazioni di questo genere e ha creduto trovare che in alcune linee le correnti elettriche erano dirette dal Nord al Sud ed in altre al contrario, ma che però la maggior frequenza era in una linea intermedia Nord-Est e Sud-Est. Secondo Walker queste correnti sono egualmente forti nelle linee corte come nelle lunghe. Anche il D. Lloyd ha pubblicato nelle memorie dell' Accademia dell' Irlanda 1852 un lavoro non sperimentale ma critico fondato specialmente sulle ricerche di Barlow, col quale vuole spiegare il disaccordo trovato fra le correnti elettriche dei fili telegrafici e le variazioni del magnetismo terrestre. È specialmente

al sig. Lamont che si devono le più estese ricerche sopra le correnti terrestri. L'illustre astronomo di Monaco crede di aver dimostrato che le correnti massime sono nelle linee equatoriali, che è soprattutto negli strati superficiali che queste correnti sono le più forti, egli però ha riconosciuto che vi sono nel suo modo di operare diverse cagioni d'errore come sarebbero l'ineguale riscaldamento del circuito e l'eterogeneità delle lastre.

Scorrendo queste diverse memorie e prendendo ad esame soprattutto i processi sperimentalì seguiti dai diversi Autori è impossibile di non riconoscere l'imperfezioni di quel processo che essi hanno lasciato sussistere. In qualunque linea telegrafica s'introduca un galvanometro mediocrementè delicato si hanno i segni che vi circola una corrente variando frequentemente d'intensità e di direzione. Basta però o di mutar posto alle lastre o di far passare una corrente vol-taica, o di mutare i pozzi in cui le lastre sono immerse perchè si acquisti subito la certezza che le eterogeneità proprie delle lastre o le azioni chimiche fra le lastre e i liquidi della terra in cui sono immerse devono essere considerate come le cagioni principali di quelle correnti.

Ho dunque prima di tutto fatto ogni studio per riuscire a risolvere il problema seguente; di avere cioè dei circuiti misti di filo metallico e di uno strato di terra, aventi tutti la stessa conducibilità e dai quali fosse assolutamente esclusa l'esistenza di una corrente elettrica procedente dalle eterogeneità e polarità secondarie degli elettrodi o da azioni chimiche fra gli elettrodi e gli strati o liquidi della terra in contatto dei medesimi.

Ho disposte le mie esperienze sopra una vasta pianura di San Maurizio a 22 chilometri da Torino e nella quale si fanno annualmente i campi per gli esercizi militari. Ho stabilito due linee formate con un filo di rame di 2 millimetri coperto di gutta-perca sospeso a quei sottili paletti che si usano nelle linee telegrafiche militari. Una delle linee era esattamente tesa nel meridiano magnetico e l'altra normalmente a questo piano. In ognuna di queste due linee entravano per ciò 6 chilometri di filo e uno strato terrestre

della stessa lunghezza. D'ogni estremità del filo era praticata una buca profonda 2 metri, in fondo alla quale era fatta una specie di cassola larga e profonda 30 centimetri, rivestita internamente da un grosso strato dell'argilla lavorata che si usa per fare i piatti. Questa cavità era piena di acqua e l'argilla impediva all'acqua di filtrare.

Nelle quattro cavità era versata la stessa acqua che era di sorgente e la guardia messa a custodia ad ogni buca avea un fiasco di quell'acqua per mantenere costante il livello del liquido. Finalmente, in ogni cavità era immerso un cilindro di porcellana come si usa nelle pile pieno di una soluzione satura e neutra di solfato di zinco nella quale pescava una lastra di zinco amalgamato congiunta al filo di rame della linea. Non è necessario di dire che tutte le precauzioni erano prese prima e durante l'esperienze per essere certi dell'omogeneità di quelle lastre. Buche simili a quelle descritte erano state praticate in un campo a 10 e a 100 metri di distanza: ho anche avuto cura di far portare in quel campo la terra estratta dalle buche fatte alle estremità delle linee per aver prossime e identiche a quelle delle estremità delle linee due buche forate nello stesso terreno di queste ultime e non ho mai ottenuto segno di corrente.

Verso il mezzo delle due linee, circa dove s'incrociavano, le linee erano troncate per entrare coi loro capi nelle stanze ove avevo collocati i galvanometri. Il galvanometro più comunemente adoperato era di 1500 giri. Devo anche aggiungere che mi sono assicurato dell'uguaglianza di conducibilità delle due linee e che facilmente sono riuscito a rimediare alle piccole differenze abbassando di qualche centimetro le due cavità delle linee le più resistenti.

È mio dovere di ringraziare pubblicamente in quest'occasione l'Amministrazione della Guerra e specialmente quella del Genio dell'attivo ajuto che mi hanno prestato di uomini e di materiali senza di cui non si sarebbero potute condurre a termine queste ricerche.

Le esperienze hanno durato un mese circa dal 15 Marzo al 15 Aprile; in generale la stagione fu bella, l'aria fredda e asciutta il sole molto caldo e non ebbe che un giorno di

temporale e due o tre volte una piccola pioggia. Per dieci giorni interi fu notato il galvanometro d'ora in ora e tanto al galvanometro quanto alle buche si rinnovavano gli osservatori e le guardie come le sentinelle.

Chiunque ha pratica di queste ricerche e considera attentamente la descrizione che ne ho data comprenderà le grandi difficoltà che vi sono per operare con esattezza, e per durare lungo tempo come d'altronde sarebbe necessario. Tuttavia io spero di poter ripigliare un'altra volta ancora queste ricerche usando linee anche più lunghe e perciò mi dispenso per ora dal riprodurre qui tutti i quadri dei numeri trovati, e mi limito a riferire i risultati che considero ben stabiliti dalle esperienze che ho potuto sin qui eseguire.

1.^o Nei circuiti misti formati nel modo descritto è raro che non vi sieno correnti elettriche più o meno intense di cui l'origine non può essere assolutamente attribuita alle eterogeneità e alle polarità secondarie degli elettrodi né alle azioni chimiche fra gli elettrodi e l'acqua o gli strati di terra con cui comunica.

2.^o Queste correnti crescono d'intensità a misura che le cavità in cui gli elettrodi sono immersi sono più profonde, da 0 metri a 2 metri: la conducibilità maggiore con cui è dotata la linea mista crescendo la profondità a cui sono immersi gli elettrodi spiega questo risultato. Lo stesso si deve dire dell'aumento lieve e temporario delle correnti che succede generalmente alla pioggia ciò che rende maggiore la conducibilità dei punti a cui la corrente passa dagli elettrodi alla terra.

3.^o L'estensione degli elettrodi di zinco e il diametro dei vasi porosi non hanno influenza marcata sull'intensità di queste correnti allorchè si opera alla profondità di 2 metri.

4.^o Nella linea meridiana a S. N. la corrente elettrica ha sempre una direzione costante: centinaia di osservazioni senza alcuna eccezione hanno mostrato che questa corrente entrava nel galvanometro dal filo metallico proveniente dall'estremità Sud e ne sortiva per entrare nel filo metallico.

Paragonando i numeri quasi conformi dedotti da questo gran numero di osservazioni ne risulta che la corrente

terrestre presenta nelle 24 ore due *massimi* e due *minimi* d'intensità; i due *minimi* succedono l'uno il giorno e l'altro nella notte press' a poco nelle stesse ore, cioè dalle 11 a 1 ora. Dopo 1 ora antemeridiana la corrente comincia a crescere e giunge ad un *massimo* fra le 5 e le 7 ore del mattino: nel giorno questo *massimo* oscilla fra le 3 e le 7 ore pomeridiane. Le differenze d'intensità fra il minimo e il massimo superano il rapporto di 1 a 2.

5.^o Nella linea equatoriale i risultati sono interamente diversi e soggetti a grandi variazioni; ora l'ago rimane allo zero, ora oscilla di quà e di là dello zero, ora oscilla nell'uno o nell'altro quadrante da 2° a 3° sino a 14° e 15°. La direzione più frequente della corrente in questa linea era dall' Est all' Ovest nel filo metallico.

6.^o Stabilendo le comunicazioni fra gli elettrodi o le linee Sud-Est e Sud-Ovest e poi fra gli elettrodi o le linee Nord-Est o Nord-Ovest, le correnti trovate sono state generalmente quelle che circolavano in ognuno dei quattro casi nella porzione della linea appartenente alla linea Sud-Nord.

7.^o Non fu mai notato che la temperatura più o meno elevata la quale variò da 0° nella notte sino a + 18 o 20° nel giorno, l' umidità o la siccità dell' aria ed anche il temporale abbiano esercitata un' influenza sulla direzione e sull' intensità della corrente nella linea meridiana.

8.^o I risultati suddetti si sono egualmente verificati sia che la porzione metallica fosse sospesa sui pali, sia che fosse in comunicazione colla terra.

Qual è l'origine di queste correnti? Sarebbe impossibile di rispondere oggi colle cognizioni che abbiamo con qualche fondamento a questa questione. Dobbiamo per ora limitarci a ritenere come perfettamente dimostrato che in un filo metallico di cui le estremità sono immerse ad una certa profondità nella terra, circola una corrente elettrica che nel meridiano ha una direzione costante, che varia d'intensità con un certo periodo diurno e che non ha origine né nella parte metallica del circuito, né negli elettrodi, né nelle azioni chimiche fra gli elettrodi e gli strati terrestri: questa corrente richiede per essere sensibile una certa lunghezza di linea o di strato terrestre.

Si può domandare se queste correnti sono derivate: anni sono io dimostrai e l'esperienza e la teoria successivamente l'hanno dimostrato che la resistenza di uno strato terrestre è press'a poco nulla e rimane invariabile crescendo la lunghezza di questo strato. Evidentemente queste conclusioni non sono favorevoli all'idea di considerare le correnti della terra come correnti derivate.

Ho voluto vedere a qual distanza degli elettrodi della pila si potevano mettere gli elettrodi del circuito derivato perchè la derivazione fosse ancora sensibile. Perciò ho fatto passare una corrente di 20 elementi di Daniell nella linea dei 6 chilometri usando per estremità larghe lastre di rame immerse nell'acqua. Gli elettrodi del circuito derivato che erano le solite lastre di zinco già descritte erano immersi a 10 metri dagli elettrodi della pila. Si ebbe una corrente derivata costante di 33°. Il sig. Lamont dice che nelle esperienze da lui fatte le correnti così ottenute variavano d'intensità e di direzione di tanto in tanto. È molto probabile che questo effetto si è dovuto alle polarità secondarie. Aumentando la distanza fra gli elettrodi della pila e quelli del circuito derivato le correnti derivate diminuiscono rapidamente: a 200 metri di distanza queste correnti non sono più sensibili.

Saranno forse le correnti terrestri attribuibili all'induzione svegliata sul globo terrestre dal sole considerato come una calamita. Per quanto disposti seguendo l'opinione dell'uomo più competente che vi sia oggi in Europa sopra questa materia, il General Sabine (*) ad ammettere l'azione

(*) Diamo ben volentieri la lettera scrittaci a questo riguardo dal General Sabine.

Io credo che il sole eserciti un *influenza magnetica* sulla terra perchè non posso altrimenti spiegare, o dar ragione della variazione decennale nella frequenza e somma di quegli effetti che sono chiamati *disturbi magnetici* i quali hanno precisamente li stessi cicli e epoche che le macchie solari cioè un *minimum* negli anni che fuiscono in 3 e 4, ed un *maximum* in 8 e 9: come p. e. *minimum* nel 1845, 1844 e *maximum* nel 1848 e 1849. Anche tutte le altre variazioni magnetiche minori, che mostrano la loro relazione col sole seguendo leggi dependenti dalle ore solari, dimostrano

magnetica del sole sulla terra sarebbe impossibile di attribuire a fenomeni d'induzione elettro-magnetica le correnti che abbiamo trovato nelle linee telegrafiche e di spiegare con questa ipotesi le proprietà di quelle correnti.

L'infaticabile Astronomo Romano il Padre Secchi s'occupa in questo momento, stando alle sue ultime pubblicazioni a ricercare il legame che vi è fra quelle correnti e le variazioni del magnetismo terrestre.

Mi rimane però a parlare di un fenomeno di correnti terrestri che è importante per la sua costanza e che potrebbe metterci sulla via di spiegare le correnti della terra. Ho stabilita da molti mesi una linea mista sul pendio di una collina: la linea metallica tesa sopra questo pendio è lunga circa 600 metri e le sue estremità sono immerse nella terra in due cavità poste a una differenza d'altezza di circa 150 metri. La direzione della linea è intermedia fra Sud-Est e Nord-Ovest. In tutto il resto sono seguite le prescrizioni già descritte nelle altre esperienze. In questa linea trovo da

anche in un grado maggiore o minore l'influenza dello stesso ciclo, che non ha altra relazione da noi conosciuta se non coi cambiamenti fisici nel sole visibili a noi nelle variazioni di frequenza e di grossezza delle macchie del disco solare. La coincidenza degli anni di *minimum* e *maximum* delle macchie solari e dei disturbi magnetici è stata ora tracciata senza interruzione dal 1823-24 al 1858-59; e ogni cosa indica che siamo attualmente (1863-64) in un'epoca di *minimum*.

Non posso neppure trovare altro modo di spiegare, se non per l'azione magnetica del sole, l'*ineguaglianza semiannuale* della variazione *diurna solare*, la quale è la stessa in ore, in direzione in grandezza situata che sia la località nell'emisfero Nord Sud, o nelle regioni tropicali.

Nè posso vedere altra spiegazione che quella di una diretta azione magnetica del sole, per l'*ineguaglianza semiannuale* in ciascuno dei tre elementi magnetici i quali sono affetti precisamente nella stessa maniera e allo stesso periodo dell'anno quando la località si trova nell'emisfero Nord, Sud, o nei tropici. I fatti qui menzionati sono certi, la spiegazione è *inferenziale*: ma non presenta alcuna improbabilità e nessuna spiegazione migliore, potrei dire, anzi nessun'altra spiegazione è stata ancora proposta ed è conforme a una filosofia sana, di ricevere come spiegazione finché una teoria più probabile sia proposta, o finché un confronto coi fenomeni metterà in credenza qualche *inconsistenza* non ancora conosciuta.

mesi e mesi una corrente in direzione costante, che cioè, va dal basso all'alto nel filo metallico e di cui l'intensità è assai maggiore delle correnti ottenute nelle linee più lunghe. Nelle linee miste di 5 o 600 metri le correnti terrestri sono debolissime. Aggiungerò che nessuna precauzione è stata trascurata per ottenere un risultato esente di qualunque errore in questa linea di cui le estremità sono poste ad altezze diverse.

Lo stato elettrico del cielo e della terra crescono col' altezza ed io mi ricordo di aver visto in cima ad un monte in una giornata molto asciutta fortissimi segni di elettricità negativa quando un filo di rame isolato toccava costantemente la terra ed era poi portato coll'altra estremità in contatto dell'elettroscopio. Supponiamo il globo terrestre costantemente carico d'elettricità negativa la quale dovrà avere una tensione maggiore sulla cima dei monti e una minore in fondo alle vallate: questa tensione potrà anch'essere diversa nei diversi punti della terra, secondo la conducibilità, la temperatura e lo stato elettrico positivo corrispondente dell'atmosfera. Le correnti delle linee telegrafiche potrebbero attribuirsi alla tensione diversa dei punti della superficie terrestre, toccati colle loro estremità. Anche questa ipotesi può essere sottoposta a prove rigorose, e fra le altre alla conoscenza delle relazioni che vi possono essere fra quelle correnti e lo stato elettrico dell'atmosfera ed io mi propengo di continuare questi studi.



SULLE CONDIZIONI IDRAULICHE DEL FIUME MISSISSIPI E SUL
 PROGETTO DELLA SUA REGOLARIZZAZIONE SECONDO L'OPERA
 DI *A. A. HUMPHREYS*, E *H. L. ABBOT*, E SECONDO LA RELA-
 ZIONE DI QUESTA FATTA DAL PROF. *MESSEDAGLIA*.

Estratto.

Il Mississipi come porta il suo nome è il vero padre delle acque, la sua lunghezza è 6748 chilometri; il suo bacino tributario è un poco più di tre milioni e un quarto di chilometri quadrati, quanto 47 volte il bacino del Po; la sua portata normale è 19100 metri cubi al secondo, e solo è superato non per lunghezza ma per copia d'acque dal fiume delle Amazzoni. Il Mississipi propriamente detto resulta dalla confluenza del Missouri coll'alto Mississipi. Poco sotto a quel punto a partire dal capo Girardeau il fiume si volge tutto intero per quasi 1300 miglia in un'immensa pianura al termine della quale si ramifica in un gran Delta versandosi nel golfo del Messico. Per tutto quel tratto una zona di circa 50 miglia in media larghezza si trova per la maggior parte sotto il livello della piena per un tempo ordinariamente di sei mesi all'anno. Questo bacino d'inondazione è 83000 chilometri quadri, forma la parte più fertile di quei luoghi, e ha fatto nascere l'idea di difendersi dalle acque. I primi coloni stanziarono nella parte inferiore di quel fiume a Nachez, e a Nuova Orleans; a Nachez l'altezze delle rive naturali sorgono fino a 150 piedi sul livello medio del fiume, ma a Nuova Orleans divenne condizione indispensabile di esistenza una protezione artificiale; e questa ora si estende a più di mille miglia d'argini. Tuttavia in molti luoghi e particolarmēnte in Luisiana, nelle basse regioni del Delta si son vedute sorgere questioni acerrime sul modo dei

ripari da usarsi; e particolarmente nei politici ritrovi, e nei popolari comizi contendere acerrimamente l'autorità il partito degli *emissari* e quello degli *argini*. E questo interesse di regolare le acque va sempre maggiormente crescendo al crescere delle popolazioni, le quali aumentano in modo incredibile, da far conoscere che là si forma il centro economico e di potenza della nazione americana. Le opere di riparo furono finora condotte quà e là ove si presentava il bisogno locale e perciò senza insieme di concetto: gli stessi regolamenti amministrativi e tecnici de' singoli stati del fiume differiscono: in molti luoghi è da aggiungersi una manifesta violazione della regola d' arte, ed un'inettitudine di opere per cui interi distretti vanno allagati e devastati dal fiume, ed ogni piena conta enormi rotte. Solo l' intervento del Potere Federale mostrava una via a stabilire un regime generale, e questo avvenne nel 1850 e si fissò un fondo proveniente dagli stessi terreni alluviali per coordinare i lavori, che fu detto fondo del Congresso, e successivamente ne venne l'opera dei sigg. Humphreys e Abbot, il primo dei quali era per i meriti acquistati già messo a capo della commissione idrografica del Delta, e di tutti i terreni alluviali. Per più circostanze, e principalmente per le discordie civili furono sospesi i lavori della commissione, che solo nel 1857 si ripresero e durarono i lavori di campagna fino a mezzo il 1860, e si pubblicava la relazione in gran volume nel 1861. Per rimetterne l' esecuzione a Dio sa quando attese le attuali mutazioni di governo per la guerra esistente.

Per il progetto dell'arginamento voleasi in specie stimare quale incremento ne andrebbero a ricevere le portate, e l' altezza della piena, e le formule che possiede la scienza non presentavano confidenza assoluta ai nostri autori. Onde valendosi dell'occasione che loro si offriva si assunsero di riscontrare quelle, o formularne in più esatta forma altre deducendole dalle proprie osservazioni. Per cui assume importanza teorica l' opera loro, che in gran parte versa sulla nuova formula dedottane, alla quale accordano gli autori generalità. Delle tre parti che compongono l' opera, descrittiva la prima, teorica la seconda, e pratica l' ultima, grande interesse deve prendersi ogni geologo, geografo, ed idraulico; e mirabili per singolare semplicità

ed eleganza compariscono i canoni idrometrici che gli autori propongono a nuovo fondamento dell'idraulica de' fiumi.

Ultimo de' grandi influenti del Mississippi è il fiume Yazoo che forma un bel corso d'acqua, con piene alquanto irregolari che raggiungono l'altezza di 48 piedi. Il suo regime mutò alquanto per gli argini costrutti lungo il Mississippi che quando è in piena sbarra il passo al Yazoo, e li fa ristagnare le acque fino a 70 miglia all'insù dalla sua foce, e anche vi sviluppa una rapida corrente a ritroso, e fa che allaghi la bassura nulla essendovi eseguito per il regolamento delle acque. Nelle stesse condizioni sono il Maramoe, il Kaskaskia, l' Obion, e il Big-Black, i quali scolano un territorio di 32000 miglia quadre composto in parte di terre alluviali.

Alla foce del Missouri assume il Mississippi il caratteristico aspetto di un torbido e tumultuoso torrente, immenso di volume e di forza, che distrugge sponde ed isole in un luogo, per ricostruirle con incessante vicenda in un altro, assorbendo anche le acque dei rammendati ed altri tributari senza visibile incremento di dimensioni. Si dilata con alternativa ora alla destra ora alla sinistra nelle sue alluvioni. Su due lati ad oriente e ad occidente le terre si rialzano per lo più bruscamente formando alte spiagge o promontori. Il fiume si accosta a questi che ne formano le rive naturali: uno de' quali a destra è il capo Girardeau, e ne seguono altri interrotti lungo il fiume dalla bassura S. Francesco, e per ultimo uno ad Helena; e da questo fino al mare non trovasi più alcuna terra che non sia soggetta ad inondazione. Assai più estesa è là linea de' promontori alla sponda sinistra al di sopra e al di sotto della bassura del Yazoo, la quale ne intercetta per gran tratto la continuazione, e l'ultimo raggiunge inferiormente Baton Rouge a sole 245 miglia dal golfo.

A differenza dei promontori le rive soggette ad inondazione sono di formazione alluviale, e il loro ciglio è da per tutto alquanto più elevato delle campagne circostanti verso le quali declinano dapprima con sensibile pendio indi più dolcemente finchè giungasi alle basse terre palustri a 2 e di rado a 3 miglia dal fiume. L'inclinazione verso la campagna varia nei diversi punti rilevati da 3 a 13 piedi per miglio. Al presen-

te l'altezza di cui le piene sormontano le rive è da 1 a 15 piedi.

Immensi banchi di sabbia silicea e di pura ghiaia ingombrano quà e là il letto del fiume e ne formano lo strato superiore, facendosi la sabbia di più in più fine allo scendere verso la foce. Ove l'acqua è stagnante e presso i gorghi, di fronte all'erosioni delle svolte, ai capi delle isole, la torbida si deposita insieme alla ghiaia e alla sabbia, e ne vengono vaste alluvioni in dolce declivio, le quali si coprono di salici, e compensano i terreni che sono erosi. A 37 miglia circa dal golfo si ha il fondo di sostanza argillosa omogenea e resistente, e nel medesimo tempo instabile formato come le rive dai suoi propri depositi, ma antichissimi e anteriori all'epoca presente, essendovi qualche dato per doverli forse ascrivere al periodo eoceno. La stabilità del fondo non è comune alle rive, perchè queste del continuo si alterano, e seguono spesso dei tagli estesissimi adirizzandosi il fiume, e remuovendo delle isole. Allorquando un'isola deve scomparire l'azione corrispondente del fiume si manifesta per lo più nel minor canale che la separa dalla sponda, il quale secondo i casi ora si colma ed ora invece si approfonda. In generale siffatte azioni trasformatrici sono in oggi assai più sensibili nella parte superiore che non nella inferiore del fiume, ove lo stato si appalesa comparativamente regolare e stabilito.

La pendenza del pelo d'acqua si fa men forte accostandosi al golfo e sotto Natchez scemano gradualmente le oscillazioni prodotte dalla differenza della portata, e in quella vece si fanno sensibili quelle dipendenti dalle variazioni di livello nel golfo, cioè dalle maree e dai venti. La velocità con cui la marea si propaga entro il fiume fu riconosciuta sì in piena che in magra di circa 20 miglia per ora. Essa non è una vera corrente ma un moto ondulatorio che non altera il natural deflusso se non in quanto modifica la pendenza, e con essa la velocità. Assai più sensibile è l'azione dei venti, che alterano il livello del golfo per giorni, e anche per mesi. Nel bacino chiuso i venti di settentrione abbassano le acque, e quelli di mezzodì le sollevano di un piede e mezzo circa nelle circostanze ordinarie, e di 4 piedi in straordinarie. Il fiume alla sua volta si risente

di siffatte oscillazioni e anche alla distanza di oltre 400 miglia, e con più sollecitudine che nelle maree.

A determinare la pendenza della superficie d'acqua nei vari stati del fiume vuolsi determinare la differenza fra le alte e le basse acque; a Natchez ove comincia l'influenza del golfo si ha di piedi 51. Ciò posto la caduta del fiume a partire da S. Louis sotto la foce del Missouri, fino al mare, sarebbe ai due limiti di piena e di magra rispettivamente di piedi 408 e di piedi 371 per una distanza che può dirsi di 1270 miglia. Volendo la media fra questi due estremi può dirsi in cifra tocca di 1 per 17000. Essa è adunque mitissima e nondimeno sufficiente ad imprimere al fiume una velocità media in piena di circa 6 piedi per secondo. Mentre la pendenza decresce accostandosi al golfo, ciò accade assai più regolarmente in piena che in magra.

Degno di particolare attenzione è il regime annuale relativo alle basse e alte acque. Vi sono tre piene l'anno cagionate dalle piogge dell'inverno, della primavera, e dell'estate: la prima piena raggiunge il suo punto culminante nell'ultima parte di Marzo: quindi il fiume ribassa fino al sopravvenire della seconda che cade solitamente in Giugno, e che è la maggiore: da poi esso rapidamente declina fino agli ultimi giorni dell'Ottoobre in cui raggiunge il livello inferiore di magra. Dopo di esser rimasto a questo punto per due o tre settimane, il fiume torna per la terza volta a montare, e più rapidamente che in qualsiasi altra stagione: finchè in Gennajo e Febbrajo è arrestato dal gelo di una gran parte de' suoi tributari, e dalla diminuzione della pioggia, e così fino al principio della piena di Marzo. Nei tronchi inferiori succedono eguali oscillazioni, ma con qualche ritardo nella stagione, e con meno forti differenze, e con piene più prolungate. Resta il fiume al di sopra dello stato medio per sette mesi dall'ultima parte di Dicembre all'ultimo di Luglio.

Il calcolo delle piogge nei diversi bacini, confrontato con quello delle portate dei differenti influenti conduce a determinare la portata del Mississippi, e i dati de' pluviometri sono stati somministrati dal 1836 in poi dal dipartimento medico dell'Esercito nelle varie stagioni militari sparse sul territorio dell'u-

nione, e da varie società, e da privati, e unite a quelle fatte dalla commissione del Delta. Le piogge sono risultate maggiori nella regione alluviale, verso il Nord si ha un decremento, il quale si fa sensibilissimo negli aridi piani occidentali, e nelle regioni montuose. Considerando i singoli bacini si avrebbe un massimo nel Delta con pollici 60,9 e un minimo dal Missouri con 20,9, e la media generale per l'intero bacino del Mississipi non supera i pollici 30,4. Ma di quest'acqua, detratta quella di alcuni bacini che sono agli estremi come il Delta, si ritiene che la sola quarta parte scoli nel Mississipi. Degno di essere notato è che i cangiamimenti di coltivazione che hanno avuto luogo dal 1819 in poi non mostrano aver prodotto alcun effetto assegnabile nella portata di questo gran fiume.

Un momento decisivo nel regime del fiume è quello in cui esso comincia a sormontare le sue rive alluviali. Vi corrisponde una portata di circa 22652m^3 . Al di sopra e al di sotto di questo limite si hanno rispettivamente le due medie, di piena 28315m^3 , di magra 8494m^3 e quest'ultima ha luogo per 4 mesi e per 2 mesi gli stadi alterni di transizione, essendo il resto del tempo in piena. Un confronto delle portate di maggiori fiumi porta

	MISSISSIPI	GANGE	NILO	PO	FIUME delle Amazzoni	RIO della Plata
in piena .	28315 m^3	494000 p^3	562000 p^3	5149 m^3	tripla del Mis- sissippi circa	eguale al Miss. circa
in magra.	8494	36000	24000	217		

Le materie tenute sospese dall'acqua corrispondono in media per lungo periodo a circa 1 per 1500 di peso, ovvero 1 per 2900 di volume dell'acqua: proporzione relativamente assai modica, e inferiore a quelle de' nostri fiumi d'Europa. Il massimo normale delle torbide si verifica nella piena del Giugno, e il minimo in Ottobre. E la massima piena memorabile si ritiene essere stata nel Giugno 1858, che perciò vien ritenuta

come limite delle piene. Essa fu conseguenza di piene contemporanee nei tre maggiori confluenti Missouri, Alto Mississippi, e Ohio; e toccò il sommo al principio della regione alluviale. Per 7 giorni continui l'acqua convogliata dal fiume sotto la foce dell'Ohio fu di 41764m^3 per minuto secondo. La città di Cairo fu inondata, e immense rotte si aprirono.

Si avverte come cosa interessante che il canale maestro entro il Delta muta la direzione meridiana del fiume in altra a Sud Est che è quella della massima profondità del golfo, nella stessa guisa che superiormente al golfo seguiva la linea più profonda della gran valle del proprio bacino. Si ha un vistoso avanzamento annuo nei diversi rami o passi per i quali il fiume sbocca in mare, il quale in media è di piedi 262 per anno. Ogni passo ha al suo sbocco una barra formata dalla resistenza del mare e dai venti. La minor gravità dell'acqua dolce fa sì che si sollevi e si dilati sulla salsa, corroda lentamente le sponde, e formi una foce dilatata o onbutoiforme. Quindi ne risulta un vortice verticale, ove la corrente è arrestata di colpo, e ne sorge un deposito che dà luogo alla barra, che come diga mobile si avanza ogni anno verso l'asse di profondità del golfo. Le onde quando incontrano il fondo mutano il loro movimento di oscillatorio in traslativo: esse tendono ad accrescere i depositi, e a disporli in dolce pendio. In generale le correnti del golfo sormontano la barra e penetrano entro la foce in tempo di magra, e invece sono respinte oltre di essa in tempo di piena. Una velocità che appena giunga a mezzo piede per secondo basta a spingere innanzi le materie di cui la barra è composta. L'azione del vento è moltiforme, esso generalmente coincide coll'asse di profondità del golfo, e la foce Sud-Ovest che le rimane normale si sottrae a questa azione: la costa per ben 49 miglia tiene questa direzione, e tutta la formazione del Delta risentisi di tal circostanza.

Vi sono tre metodi per determinare le portate, quando come ne' fiumi riesce impraticabile quello diretto e più accurato per mezzo di regolatori, e sono tutti appoggiati sulla determinazione della velocità media, la quale può farsi o con misura effettiva o con misura parziale, o con formule. Le formule poi possono partire o dal moto uniforme a sezione e pendenza costanti,

ovvero dal moto permanente a sezione e pendenza variabili ove non siano però subite svolte, o rigurgiti. Al primo dei rammentati metodi è data la preferenza, e si passano in rassegna i modi di misurare la velocità, la teoria più comunemente seguita per dar conto delle variazioni della velocità, e le varie formule proposte per esprimere la velocità media, concludendo: veduta la condizione imperfetta dell'idraulica de' fiumi, e le discordanze de' diversi scrittori, è evidente che le leggi da ciascuno di essi enunciare riposano sopra ipotesi e dati incompleti, e conviene per il problema del Mississippi preparare i necessari elementi. Questo problema consiste nel sottrarre all'inondazione tutte le basse terre della regione alluviale mediante un arginamento continuo, e perciò porta a determinare di quanto in questa nuova condizione siano per aumentare le portate entro il fiume, e quali cambiamenti siano per sopravvenire da ciò nelle altezze massime di piena alle varie località lungo le sponde di quello.

Furono eseguite le operazioni di campagna non tanto lungo il Mississippi, quanto lungo i suoi influenti, per determinare le sezioni e le velocità, e con tale accuratezza che merita di essere apprezzata, onde conoscere se realmente i risultati inducano una radicale innovazione nei teoremi fondamentali dell'idraulica de' fiumi. Ogni volta che occorse determinare una sezione trasversale si cominciò col misurare lungo la sponda una base della lunghezza, secondo i casi, da 400 a 1000 piedi. Due osservatori muniti ciascuno di un teodolite presero stazione alle due estremità di questa linea, l'uno per fissare la direzione normale al fiume nella quale dovevano abbassarsi gli scandagli l'altro affine di seguire il battello di scandaglio per formare il triangolo pei singoli scandagli. La catena tenuta dal misuratore era munita di cinque in cinque piedi di contrassegni, onde dover con una canna misurare le sole minori divisioni, e portava un peso di piombo all'estremo. Ad un dato segnale dato dall'osservatore del primo teodolite leggeva l'angolo quello del secondo ed il misuratore, calato fino al fondo il peso della catena che pendente dal battello si avanzava verso la sezione esplorata, afferrava la catena al pelo dell'acqua per misurarne la lunghezza immersa. L'operazione ripetevasi tante volte quan-

te stimavansi necessarie a fornire un' accurata rappresentazione della sezione. Le linee accurate di livello erano poscia condotte sopra ciascuna sponda a partire dalla superficie dell'acqua fino ai punti superiori alle massime piene, là dove tali punti esistevano. Dove occorse dover fare una serie d' osservazioni diurne, per servirsene alla determinazione delle velocità delle portate, si misurarono con massima diligenza due sezioni distante l' una dall' altra 200 piedi. Gli scandagli ripetuti di tempo in tempo su queste due linee dimostravano non esservi seguita alcuna alterazione sensibile nel letto del fiume durante il tempo delle ricerche; e la media di tutte le sezioni così conseguite veniva adottata come la vera espressione della sezione trasversale della località, computate anche le variazioni diurne del livello con un idrometro. Furono in tal modo determinate, per lo più ad acque medie o basse, 73 sezioni sul Mississippi, e 72 sugli influenti, e gli scandagli erano presi ad una distanza di circa 30 piedi l' uno dall' altro. Le sezioni in piena furono esplorate solo nelle stazioni permanenti di velocità, e nei tronchi più ristretti e rettilinei del fiume, e dove non seguivano alterazioni, nè rigurgiti.

Il metodo del doppio galleggiante antichissimo, già usato da Leonardo da Vinci, sarebbe stato il prescelto per la determinazione della velocità; e preferibile si trovò pel galleggiante inferiore un cilindro vuoto senza fondo e senza cima zavorrato con bande di piombo da 15 a 9 pollici di altezza da 10 a 6 di diametro, mentre il superiore era un sughero rispettivamente da 8 a 3 pollici quadrati con una piccola banderola per riconoscerne la posizione. La sproporzione che era fra i due galleggianti portava a concludere che pochissimo dovesse influire il superiore sopra il movimento di quello inferiore. Così fu riconosciuta a brevi intervalli di tempo nella direzione orizzontale da sponda a sponda per tutte le stazioni, velocità a cinque piedi di profondità sotto la superficie, e perchè i galleggianti non escissero da quel dato piano verticale si facevano partire da battelli ancorati. Alla sola stazione di Corvollion le misure della velocità richiesero 139 giorni di operazioni: ivi si determinarono anche

alle diverse profondità dal pelo d'acqua, al fondo del fiume, e perciò in quella si ebbe una serie completa di velocità in tutte le direzioni. Per cui si venne alla determinazione della legge secondo cui la velocità varia nelle diverse parti della sezione valendosi delle rappresentazioni grafiche dei risultati sperimentali, e interpolandoli ove occorreva. Prima si tentò la legge della velocità nella direzione verticale, e si venne alle seguenti conclusioni. Le curve indicano l'esistenza di una legge sebbene le discrepanze sieno troppo forti per permettere la deduzione di un'espressione algebrica della medesima. È evidente però che la velocità differisce assai poco a differenti profondità: che il punto della velocità massima si trova ad una profondità molto variabile sotto la superficie e che infine il grado di curvatura della curva risultante la quale esprime la legge della velocità nella direzione verticale varia collo stato dell'acqua del fiume. Ridotte le ascisse e le ordinate delle curve a misure proporzionali alla profondità si poté ottenere una curva media generale nella quale ciascun punto veniva ad esser fissato da 222 osservazioni, e perciò tale che eliminava tutte le irregolarità, e svelava la legge che regola la trasmissione delle resistenze attraverso il liquido. Questa curva è evidentemente simmetrica con un asse orizzontale situato ad una profondità di $\frac{3}{10}$ della altezza dell'acqua dalla superficie. La sua forma suggerisce l'idea di una sezione conica. Di maniera che assunta l'equazione generale di queste curve riferite ad un sistema di assi rettangolari (aventi l'origine al vertice, e dei quali l'asse delle x coincide con quello della curva), essa sarà

$$y^2 = R^2 x^2 + 2 P x.$$

La discussione conduce a riconoscere che questa curva è con molta approssimazione una parabola. Si conclude pertanto, essere dimostrato dall'esperienza che le velocità a differenti profondità sotto la superficie in un piano verticale variano come le ascisse di una parabola, il cui asse (luogo della velocità massima) è l'asse delle ascisse x , ed è parallelo alla superficie dell'acqua. Rimaneva da conoscere il parametron della para-

bola, e a questo fine fu eseguita una combinazione separata di tutte le curve appartenenti alla piena, e di quelle appartenenti alle acque in magra, e si trovò che variava il parametro nelle due curve. Anche la posizione dell'asse mostrossi differente per ciascuna di queste curve perchè divisa l'altezza viva dell'acqua in decimi risultò per la piena a 0,350 della profondità sotto la superficie, e a 0,150 per la magra. Costatato il fatto della variazione si tentò di coglierne la legge, la quale non riuscendo espressa dalle figure delle curve date dalle esperienze si argomentò con vedute teoriche che le variazioni di velocità nella direzione verticale sia di egual natura di quella che dà norma nella direzione orizzontale. Onde si usaron i risultati delle velocità esplorate in questa direzione per formare delle curve adottando le velocità per ascisse, e per ordinate le distanze. Alla semplice ispezione di queste si riconobbe che quanto minore è la velocità media approssimativa, tanto più spianata o meno arcuata è la curva, e ciò segue con molta regolarità. Fu inoltre provato che le curve erano parabole, solo non riuscivano regolari se la sezione non era essa pure regolare e di forma ellittica, e la corrente non rimaneva parallela alle sponde, nè queste fossero rettilinee, come potè costatarsi alla stazione Columbus ove siffatte condizioni si verificavano in modo molto preciso. Allora da questa parabola ottenuta per la stazione di Columbus, e dalle altre approssimativamente ridotte si dedusse: che i parametri delle curve di velocità superficiali sono reciprocamente proporzionali alla radice quadrata delle corrispondenti velocità medie del fiume. Siffatta legge dei parametri non fu propriamente dimostrata in modo diretto che per le curve di velocità orizzontali corrispondenti alle osservazioni eseguite a 5 piedi di profondità sotto la superficie: essa fu estesa per analogia a tutti gli altri casi, ossia alle curve di velocità orizzontale per ogni altra profondità, e a quelle delle velocità verticali, non solo appoggiandosi all'analogia, ma anche trovandone una conferma nel controllo che se ne aveva nelle osservazioni parziali fatte. Rimaneva il definire l'equazione che rappresenta la indicata legge, e già sapevasi che era quella di una parabola riferita al suo

asse, ed alla tangente nel vertice, per cui conveniva conoscere la coordinata di un punto della curva. Scelto quindi per questo punto quello, le coordinate del quale corrispondevano agli elementi relativi della curva media di tutte le osservazioni, cioè il parametro reciproco, e la velocità media, risultò per parametro reciproco $x = 17,06665$, e per velocità $y = 5,3424$. Onde si ebbe $y = \frac{5,3494 x^3}{(17,06665)^2}$. E ritenuto $\frac{1}{2} P$ per parametro e v per la velocità cioè $x = \frac{1}{2} P$ $y = v$ si ha l'altra forma più significativa.

$$\frac{1}{2} P = (54,4482 v)^{\frac{1}{3}}$$

Questa legge stabilità, e confermata da tutte le osservazioni fatte sovra un grandissimo fiume, sarebbe caduto dubbio se avesse potuto aver luogo per corsi di acqua moderati, o assai piccoli, onde fu raffrontata colle osservazioni fatte sul bayon la Fourche, e qualche altro minor corso di acqua, e sovra un piccolo alimentatore del canale Chesapeake ed Ohio ed altresì con esperimenti eseguiti sovra un canaletto artificiale dal Capitano Boileau a Metz. Da tutti questi raffronti però deducesi che per le minori profondità occorre una certa variazione nella legge del parametro la quale si può esprimere, e perciò la formula delle velocità è egualmente atta per tutti i canali.

Doveva tuttora determinarsi la variazione dell'asse di velocità nella direzione verticale per il quale oggetto occorsero molti studi e delicate avvertenze, e giunsero a stabilire: che la posizione dell'asse è continuamente variabile per il vento, e levandosi o abbassandosi a seconda che il vento spira nella direzione della corrente o contro essa. In ambo i casi l'effetto fu riconosciuto direttamente proporzionale alla forza del vento, e indipendente nella totalità dalla velocità media del fiume. Il vento di traverso e in generale la componente normale alla direzione della corrente non esercita alcuna influenza sull'asse. Si ha una pul-

sazione continua; le più lievi brezze alterano l'asse della curva, e le forti scosse determinano in esso oscillazioni che superano quelle che si vedono nelle cime de' più eccezionali alberi, sicchè sale fino alla superficie e anche sopra e scende fin sotto il mezzo della profondità. Mentre è tanto grande l'azione del vento sulla posizione dell'asse o del massimo di velocità, moderata è la sua influenza sulla velocità media, e per un vento non piccolo ma di moderata forza si trovò di 0,6 piedi. Anche la differenza fra la velocità massima e la minima non rappresenta che una tenue frazione della media. Nei tempi di calma la posizione dell'asse come si è detto rimane a $\frac{1}{10}$ della profondità partendo dalla superficie qualunque sia l'altezza d'acqua, e la velocità media del fiume.

Le formule che gli autori hanno stabilite per devenire alla determinazione della *velocità in un punto qualunque d'una sezione verticale e della velocità media della sezione stessa* sono le seguenti:

$$(1) \quad V = V_{d_1} - (0,1856, v)^{\frac{1}{4}} \left(\frac{d - d_1}{D} \right)^2$$

$$(2) \quad V_m = \frac{2}{3} V_{d_1} + \frac{1}{3} V_D + \frac{d_1}{D} \left(\frac{1}{3} V_o - \frac{1}{3} V_D \right)$$

nelle quali V rappresenta la velocità di un punto qualunque delle sezioni considerate V_m la velocità media della sezione stessa, v la velocità media del fiume, d la distanza del punto di velocità V dalla superficie superiore delle acque, d_1 la distanza dalla superficie stessa dell'asse o linea della massima velocità, V_{d_1} questa velocità, D l'altezza totale delle acque nella sezione suddetta, e finalmente V_o , V_D le velocità dei punti che si trovano alla distanza o, D dalla superficie esterna, ovvero sulla superficie e sul fondo del fiume rispettivamente. Che se poi si denotino con

$$r, \ U, \ U_m, \ U_{d_1}, \ U_o, \ U_D$$

ciò che diventano le quantità

$$D, V, V_m, V_{d_1}, V_o, V_D$$

dopo avere eliminato l'effetto che può aver prodotto sulle osservazioni il vento che spirava durante le osservazioni medesime, le formule (1) (2) si trasformano nelle altre più rigorose

$$(3) \quad U = U_{d_1} - (0,1856 \cdot v)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{d - d_1}{r} \right)^2$$

$$(4) \quad U_m = \frac{1}{3} U_{d_1} + \frac{1}{3} U_r + \frac{d_1}{r} \left(\frac{1}{3} U_o - \frac{1}{3} U_r \right).$$

Fissate queste formule si trovarono gli autori ad aver definito le portate, e le poterono sostituire a quelle provvisorie che per la costruzione delle occorse curve avevano dovuto fissare indipendentemente dalla variazione verticale della velocità.

Riassunti i principi teorici da stabilirsi dietro questi risultati, può dirsi che le forze ritardatrici normali nelle acque in moto sono due: l'adesione colle parti solide dell'alone non che coll'aria incombente: e la coesione fra molecola e molecola del liquido. La resistenza alla superficie è molto forte e tale da dovere essere paragonata a quella del fondo, e la parte principale di essa sembra derivare dalla perdita di forza viva che è cagionata dalle correnti di sotto in su che provengono dalle irregolarità del fondo. Il luogo di velocità massima in calma posto ai tre decimi dalla profondità, si ha ove le due resistenze del fondo e della superficie nel decrescere si sono fatte eguali. Ma questo è molto alterato per cagione dei venti, per cui il rapporto dunque tra la velocità massima, oppure fra la velocità della superficie, od altra qualsiasi, e la velocità media del fiume, dovrebbe determinarsi nei casi particolari colla posizione che prende quel luogo di massima velocità. Un canone che vien proposto è, che la velocità rispondente alla mezza profon-

dità e la velocità media in ogni piano verticale stanno fra loro in rapporto sensibilmente costante, qualunque sia la larghezza e profondità del fiume, l'azione del vento, ed il valore assoluto della velocità media se pure non è piccolissimo.

Questa bella proprietà si può dimostrare assai facilmente. Infatti se alla (1) si dà la forma

$$(5) \quad V = V_{d_1} - (bv)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{d - d_1}{D} \right)^2$$

e dalla (2) si desume l'altra

$$(6) \quad V_{d_1} = V_m + (bv)^{\frac{1}{2}} \left\{ \frac{1}{5} + \frac{d_1(d_1 - D)}{D^2} \right\}$$

come può farsi con molta semplicità, e poi si combinano fra loro l'equazioni (5) e (6) si troverà dopo qualche riduzione

$$V = V_m + (bv)^{\frac{1}{2}} \frac{D^2 - 3d_1D - 3d_1^2 + 6dd_1}{3D^2}$$

per la quale equazione dividendo l'altra

$$V_m = V_m$$

si trova il rapporto

$$\frac{V_m}{V} = \frac{V_m}{V_m + (bv)^{\frac{1}{2}} \frac{D^2 - 3d_1D - 3d_1^2 + 6dd_1}{3D^2}}$$

Ora è manifesto che nessun valore può essere assegnato a d che annulli la frazione che comparisce nel denominatore del 2.º membro di questa equazione: ma se poniamo

$$d' = \frac{1}{5} D$$

quella frazione si riduce ad $\frac{1}{16}$, se quindi analogamente alle notazioni di già stabilite si designa con $V_{\frac{1}{16}D}$ la velocità alle distanza $\frac{1}{16}D$ dalla superficie libera delle acque si deverrà finalmente all'equazione

$$\frac{V_m}{V_{\frac{1}{16}D}} = \frac{V_m}{V_m + \frac{1}{16}(60)^{\frac{1}{2}}}$$

dalla quale si pare effettivamente manifesto il principio superiormente annunziato.

Quindi si giunge ad esprimere in forma algebrica la relazione esistente fra le dimensioni della sezione trasversale, la pendenza della superficie dell'acqua, e la media velocità del fiume. Gli è ad essa che deve appoggiarsi quel metodo di misurazione che è propriamente detto per formule, il quale come gli altri due, moto uniforme e moto permanente, che si conoscevano ha bisogno di evitare i luoghi dei rigurgiti, che alterano vistosamente i dati sperimentali occorrenti alle formule. È pertanto questa teoria un'aggiunta che si fa a quella del moto uniforme per la determinazione delle portate. Eguagliate cioè fra loro le forze acceleratrici e retardatrici espresse le prime in funzione della pendenza si analizzano distintamente gli effetti dovuti all'adesione, e alla coesione; sole forze retardatrici che agiscono. Resistenza primaria l'una ma che agisce ad immediato contatto; secondaria l'altra, e che non assente che si faccia un brusco dissenso di velocità da strato a strato per cui nell'effetto diviene più della prima efficace. L'idea di alcuno che la resistenza dovuta alla adesione sia infinita alle pareti e ferma lo strato elementare esterno è secondo gli autori contraddetta dalle osservazioni, e dalla legge delle velocità.

Ciò premesso i nostri autori passano a stabilire la loro nuova formula generale, che in seguito dimostrano esser preferibile a quante altre mai ne sono state determinate per definire le leggi che regolano le acque in movimento. A quest'oggetto denominata l la lunghezza di una porzione limitata del fiume, p il perimetro bagnato della sezione trasversa-

le, W la larghezza della superficie del fiume nella sezione trasversale sudetta, osservano le resistenze dovute all'adesione essere proporzionali all'espressione

$$l(p + W) \phi \left(\frac{U_0 W + U_r p}{W + p} \right)$$

dove U_0 , U_r serbano il significato loro precedentemente assegnato. Richiamano poi l'espressione da loro già altrove determinata per le forze acceleratrici, che è

$$G g a l \frac{h_1}{l} ,$$

dove G , g , a , h_1 , $\frac{h_1}{l}$ rappresentano rispettivamente la densità delle acque, la velocità acquistata in un secondo da un corpo cadente, l'area della sezione trasversale già menzionata; l'altezza consumata per vincere le resistenze della porzione del canale supposta di sezione costante, e il seno della inclinazione della superficie nella porzione considerata del fiume: ed eguagliando queste due espressioni trovano finalmente l'equazione:

$$G g a l \frac{h_1}{l} = l(p + W) \phi \left(\frac{U_0 W + U_r p}{W + p} \right) .$$

Se ora dopo avere osservato che nei limiti dentro i quali sono comprese le osservazioni di questo genere la quantità $G g$ può assumersi come costante, si divide la equazione precedente per $G g$, e poi si pone:

$$\frac{h_1}{l} = s ,$$

e alle quantità U_0 , U_r si sostituiscono i loro valori già determinati in altra occorrenza, si deviene fatte le debite riduzioni alla formula:

$$(a) \frac{as}{W+p} = \phi \left\{ 0,93v + (bv)^{\frac{1}{2}} \frac{W \left(0,333 - \frac{d_1}{r} \right) + p \left(\frac{d_1}{r} - 0,667 \right)}{W + p} \right\}$$

la quale corrisponde all'altra quasi universalmente adottata:

$$\frac{as}{p} = \phi(v).$$

La formula (a) può essere grandemente semplificata. Infatti se nella frazione che comparisce nel 2.^o membro poniamo q/p invece di W , essa diverrà:

$$\frac{0,333q - \frac{d_1}{r}q + \frac{d_1}{r} - 0,667}{q + 1}$$

dove q , che per i fiumi si prende ordinariamente eguale all'unità, è stato trovato dai nostri Autori avere per il Mississippi il valor medio 0,99. Onde i medesimi dopo avere osservato che non potea recare error sensibile il prenderlo = 1, hanno nella frazione precedente sostituita a q l'unità, e trovato quindi per la detta espressione il valor numerico 0,167. Dopo di che il 2.^o membro della (a) diviene evidentemente

$$\phi(0,93v + 0,167 b^{\frac{1}{2}} v^{\frac{1}{2}})$$

e denotandolo per maggior semplicità con $\phi(z)$ l'equazione (a) suddetta si trasforma nella più semplice

$$(b) \frac{as}{p + W} = \phi(z).$$

Adesso ci fermeremo un momento a ragionare della forma della funzione ϕ . — Dopo la scoperta della legge di Coulomb, gl'idraulici hanno generalmente assunto la funzio-

ne $\phi(v)$ (la quale corrisponde manifestamente alla nostra $\phi(z)$) della forma

$$Bv + Cv^*$$

determinando poi i coefficienti B e C . I nostri però dopo aver notato che prendendo

$$\phi(z) = Bz + Cz^*$$

devenivasi ad un' espressione finale in v troppo complessa in quanto che z contiene come è chiaro v e $v^{\frac{1}{2}}$; e che d'altra parte i risultamenti somministrati da questa espressione non concordavano colle osservazioni a quest' oggetto istituite, hanno assunto:

$$\phi(z) = Cz^*,$$

e si sono quindi occupati solamente delle determinazioni del coefficiente C .

Perciò hanno cavato dalla (b) il valore di C che è

$$(c) \quad C = \frac{as}{(p + W) z^*}$$

ed hanno quindi osservato che C non potea ritenersi come costante in quanto che sebbene le quantità di cui è costituito il secondo membro delle (c) sieno tutte note peraltro i loro valori numerici variano colle differenti osservazioni. Ridotta la questione a determinare la legge della variazione di C hanno in breve scoperto essere il coefficiente istesso C una funzione di s definita dall'equazione

$$C = \frac{s^{\frac{1}{2}}}{195}$$

Un' apposita formula viene stabilita per le svolte, ed è quella di Dubuat per i tubi, modificata sulle costanti per a-

dattarla al caso de' fiumi, e questo raccoglie la terza forza ritardatrice del moto, dovuto alla perdita di forza viva cagionata dalle variazioni delle sezioni, e dalle svolte.

Dubuat, come è noto, fondava la sua formula sopra il seguente ragionamento. Denotò con H l'altezza necessaria per superare l'aumento di resistenza dovuto alla svolta ec. ed osservò essa dover manifestamente essere proporzionale al numero di queste svolte, ad una certa funzione della velocità media del fiume e ad una certa altra funzione dell'angolo d'incidenza. Designò quindi con A quest'angolo d'incidenza, con E un coefficiente costante e rappresentata al solito con v la velocità media delle acque assunse

$$H = \frac{v^2 \cdot \operatorname{sen}^2 A}{E}.$$

Sperimentò sopra tubi di varie dimensioni e trovò che la formula era d'accordo colle osservazioni, dove si facesse la costante

$$E = 2998,5 \text{ pollici francesi}$$

H e v essendo com'è naturale espresse per questa medesima unità.

Gli autori pertanto hanno preso la suddetta formula e notato che nel loro caso la costante E dovea grandemente variare: hanno istituito una serie di esperienze dalle quali è risultato in fatti doversi fare

$$E = 134 \text{ piedi inglesi:}$$

onde la formula del Dubuat applicata ai grandi corsi d'acqua diventa

$$H = \frac{v^2 \operatorname{sen}^2 A}{134}$$

dove H e v sono, come ben s'intende, al pari del coefficiente E espresse in piedi inglesi.

In particolare gli autori si proponevano di determinare la elevazione di livello, e la sua soluzione che rimane facile ove si assuma costante la pendenza locale della superficie di acqua, riducesi intricata ove questa sia soggetta di continuo a variare. Le leggi che regolano tal variazione sono: dipende dalle differenti altezze, e le variazioni sono più sensibili al di sopra dell'altezza media, che al di sotto: la pendenza cresce col sopravvenire di una piena, e la proporzione di un tal aumento, sebbene non molto differente per differenti piene resulta in generale più rapida quanto più elevata è l'altezza raggiunta: durante una data oscillazione la pendenza è molto maggiore quando il fiume monta che quando viene abbassandosi: la massima portata per ogni singola piena accade quando il fiume è alcun poco al di sotto dell'altezza massima raggiunta nella piena stessa, e ciò si intende perchè la piena si avanza come un'onda che trova intoppo, e si solleva, spianandosi poi quando il moto è reso libero, e perdendo di convessità, e rendendo meno sensibili le differenze di pendenza. Formulata matematicamente la legge dell'onda di piena, figurando le osservazioni in curve con le pendenze per ascisse, e le altezze per ordinate, ne riuscì anche in questo caso una funzione parabolica che sostenne la prova dei fatti. E poichè le portate dipendono dalle altezze e dalle velocità si ha la spiegazione del fatto: quasi mai non accadere che alle eguali portate corrispondano esattamente per un medesimo luogo eguali velocità, ed anzi riscontrarsi talvolta un divario sensibilissimo.

Fatta la valutazione degli incrementi che hanno da attendersi nelle massime piene una volta che le acque sien tutte relegate nell'alveo, la maggior differenza incontrasi presso il lago Providence che dà circa un settimo della portata totale del fiume a quel punto. Quindi si procede alla discussione di vari sistemi di difesa i quali possono: far defluire le portate eccedenti con una elevazione di livello minore di quella che importano al presente, e ciò col mezzo del sistema dei tagli: scemare le portate, e ciò con la diversione dei tributari, con i serbatoi, e con gli emissari, e i diversivi: per ultimo confinare l'acqua nell'alveo, e lasciare

che essa si regoli da sè il corso che è il sistema degli argini, o rive artificiali. A quest' ultimo modo è da darsi la preferenza, perchè non sono praticabili i tagli in un gran fiume come il Mississipi, e la diversione de' tributari tornerebbe di effetto insufficiente anche quando fosse in realtà praticabile, il che si nega assolutamente. Assai più lusinghiero e patrocinato da rispettabili autorità in America ed in Europa, è il sistema de' serbatoi : il quale consiste nel trattenere in vaste conserve il soverchio delle portate di piena, per poi renderlo al fiume in tempo di magra, potendosi così servire al duplice intento di proteggere contro la inondazione e di migliorare la navigazione, ripartendo accocciamente le portate eccedenti sopra un lungo periodo. Esistono di questo metodo esempi antichi, come il bacino superiore della Loira, dove le dighe traversali a pertugio di Pinay e la Roche costrutte nel 1711 trattengono porzione considerevole dell'acqua di piena nella pianura del Forez. Negli ultimi tempi questo sistema ha preoccupato gli idraulici di Francia in seguito alle grandi inondazioni del 1846. In America era stato proposto e sostenuto da Carlo Ellet, che il governo federale aveva altra volta incaricato di studiare il problema del regolamento del Mississipi. Sembra agli autori che ad applicare questo sistema si richiedano dei fiumi che non hanno piene molto durevoli, e che il serbatoio debba essere il fiume stesso colle sue tortuosità. Anche il sistema dei diversivi è stimato non difettoso in teoria, che ebbe colà molti e risolti partigiani, nè son da temersi gli interrimenti dipendenti dalla diminuzione della velocità, essendo come abbiamo detto l'acqua del Mississipi assai povera di torbe: ciò che arresta è l'immensa portata che converrebbe assegnare a tali diversivi, e la gran difficoltà di disporre ulteriormente delle loro acque, ed in fine il timore di provocare un cambiamento di alveo principale. Non risuggono tuttavia dal proporre un diversivo della portata di 2831^{m^3} nel luogo in cui gli aunnenti delle portate e delle altezze in conseguenza dell'arginamento toccherebbero il massimo, cioè al lago Providence, il quale diminuirà inferiormente di circa 3 piedi l'altezza d'acqua.

Gli argini sono il sistema praticabile, e quindi è da assegnarsi l'estensione dei medesimi onde venga difesa tutta la regione alluviale. Ne viene perciò lo studio delle alterazioni che possono indursi per effetto dell'adottato sistema, come la protrazione delle foci, in quanto può influire ad alterare la pendenza generale del fiume e la progrediente coltivazione del bacino per cui possa andare alterata la condizione meteorica ed idraulica del bacino; ma non credono gli autori che nessuna di queste cause porti a risultati da dover fare aumentare le dimensioni degli argini. Gli effetti della coltivazione tendono a compensarsi attesochè mentre con la cultura si tende ad asciugare laghi, ed a distruggere ristagni, e ad accelerare gli scoli tutti, mentre d'altra parte si rendono più permeabili i terreni, più atti alla evaporazione, e si rende più pronto lo squagliarsi delle nevi, producensi effetti che tendono ad alimentare le piene gli uni, e a scemarle gli altri. Sembra probabile che i primi siano per essere i più potenti, e che la coltivazione avrà in seguito il risultato di un accrescimento di piene, ed un abbassamento di magre, ma a questi ulteriori effetti son da procurarsi ulteriori rimedj. Nel 1800 non si avevano nel bacino del Mississippi che circa 900 mila abitanti nel 1860 vi si contavano circa 13 milioni. S. Louis presso la confluenza del Missouri coll'alto Mississippi era nel 1830 con 5800 abitanti, nel 1840 ne aveva circa 16000 nel 1850 toccava 83000 e 162000 nel 1860. Il prospetto che è riportato nell'opera dell'incremento progressivo della popolazione dal 1800 al 1860, e delle piene, non manifesta che sia avvenuta mutazione sensibile nel regime del fiume, e neppure nelle portate dal 1819 in poi, che è il periodo in cui accaddero le maggiori trasformazioni nella valle, sebbene possa a queste riflessioni replicarsi che le terre poste a cultura non presentano che una tenue proporzione di quelle che ancora rimangono da coltivarsi e circa la tredicesima parte del bacino. Il libro di Champion sulle inondazioni dal VI secolo fino ai dì nostri per cinque grandi bacini di Francia, la Senna, la Loira, il Rodano, la Garonna e il Reno, reca moltissimi documenti, i quali proverebbero che i fiumi di Francia han sempre straripato, e presso a poco coll' e-

qual grandezza di piene, così quando il territorio era coperto per la maggior parte di foreste, come oggi che ne è quasi sgombro del tutto.

Riguardo alle dimensioni da darsi agli argini, gli autori si attengono a quelle generalmente praticate in Europa per egual materiale. Tranne ove trattasi di operare in un suolo sciolto e sabbioso ivi proporrebbero di adottare una larghezza alla sommità eguale all'altezza, la scarpa esterna nel rapporto di 3 ad 1. La lunghezza totale degli argini necessari per le due sponde addizionate offre uno sviluppo di chilometri 2768. L'altezza nell'ipotesi di una sicurezza assoluta sarebbe in media per i singoli tronchi di piedi 9 al principio della regione alluviale, aumenterebbe via via fino al 13,5, indi scemerebbe fino a 6,3 nell'ultimo tratto verso la foce: in generale sarebbe moderata atteso la considerevole altezza delle rive naturali. Ne consegue che moderata sia pure la spesa e ragguagliata a franchi 1, 24 per metro cubo, porta per tutta l'arginatura del Mississippi che rimane a farsi 91 milioni di franchi, perfezionando anche ciò che esiste. Con questa spesa si sottrarrebbe all'inondazione un'area di 19,450 miglia quadrate, che calcolato la sola metà rappresentano un capitale di 856 milioni di franchi superiormente al Delta. Inferiormente può contarsi sopra un capitale di terreno da porsi a cultura di 535 milioni di franchi, e in tutto per 1391 milioni valore da crearsi od assicurarsi. Computando che sette milioni di acri sieno messi a cultura di cotone, e che ne producono una balla per acro del valore 240,75 franchi porta un retratto di 1685 milioni di franchi fatto possibile o definitivamente assicurato con un dispendio per una volta tanto di 91 milioni. Frattanto al profitto possibile fanno luttuoso riscontro le perdite attuali ad ogni inondazione: la sola bassura del Tensas stimasi aver sofferto nell'inondazione del 1850 una perdita di 26 $\frac{1}{4}$ milioni di franchi.



CORRELATORI DI PARALLELISMO FRA LE CLASSI DI VERTEBRATI;
MEMORIA DEL PROF. T. D. DANA.

(*Amer. Journ. of Sc. and Arts*, vol. XXXVI, Nov. 1863)

trad. dal Prof. G. MENEGHINI.

Dal parallelismo che si può stabilire fra gli ootocoidi o mammiferi semiovipari (marsupiali e monotremi), i rettili ittiodi (1) (amfibii o batrachiani) e gli uccelli rettiliani, derivano alcuni schiarimenti sulla classificazione dei mammiferi, sui caratteri distintivi degli uccelli rettiliani e sul progresso geologico della vita.

Classificazione. Gli anfibii sono da alcuni zoologi costituiti in classe indipendente di vertebrati, in causa dei caratteri che li fanno rassomigliare ai pesci, nella loro gioventù. Gli stessi sistematici peraltro lasciano i marsupiali nella classe dei mammiferi ad onta delle grandi loro diversità da quel tipo. Il numero delle classi dei vertebrati, abitualmente fissato a quattro, viene così portato a cinque, e forse qualche zoologo proporrà di aumentarlo ulteriormente (il prof. Agassiz fa quattro classi dei pesci), erigendo in classe distinta gli uccelli rettiliani. La scoperta paleontologica di tali uccelli (*Archeopteryx macrurus* Owen) mise in evidenza la legge che, delle quattro

(1) Il nome di rettili ittiodi è qui usato in un senso affatto diverso e più filosofico di quello che non sia allorchè s'impiega esso nome per gli ittiopterigii ed i sauropterigii, i quali, sotto molti altri aspetti, ne occupano certamente un rango inferiore nella gran classe dei rettili.

T.

classi generalmente ammesse nei vertebrati, ciascuna, eccetto l'ultima, è costituita primieramente da una grande divisione tipica che abbraccia la maggiorità delle specie, e secondariamente da una divisione inferiore od emitipica, intermedia fra la tipica e la classe o le classi successive. Per ben apprezzare il vero valore di esse classi, bisogna averne presente la idea tipica che costituisce la base delle caratteristiche loro fondamentali ed è connessa colle tre stazioni della vita: l'acqua, l'aria e la terra. I pesci sono destinati a vita acquatica, nuotando; i rettili son condannati a vita terrestre, strisciando carponi sul suolo; agli uccelli è concessa la libera vita aerea ed il rapido volo; ed i mammiferi, se egualmente astretti a vita terrestre, fra tutti primeggiano per più elevata organizzazione. La idea tipo è sempre espressa nell'adulto, così dei gruppi tipici come degli emitipici; ed ogni tentativo di elevare i secondi in classi separate tende ad oscurare queste correlazioni ideali dei vari gruppi nella classificazione naturale dei vertebrati (1).

Nella classificazione dei vertebrati i mammiferi costituiscono la prima classe, alla quale tien dietro qual seconda quella degli uccelli, e mentre i primi sono vivipari, i secondi sono, senza eccezione, ovipari. Le specie del gruppo inferiore od emitipico dei mammiferi partecipano in qualche grado della natura ovipara, sono semi-ovipari ossia ootocoidi. Infatti tutti i vertebrati, eccetto i mammiferi, sono tipicamente ovipari, benchè si abbiano casi di nascimenti vivipari anche fra i rettili ed i pesci. Nei vivipari mammiferi, l'embrione trae il suo nutrimento direttamente dal corpo della madre fino alla nascita, ed anche per un tempo posteriore; mentre nei pesci vivipari (eccetto i selachiani), lo sviluppo dell'uovo nell'alvo materno non differisce essenzialmente da quello che può aver luogo all'esterno. Applicando quindi la denominazione di oviparo a

(1) La vita acquatica dei carnivori amphibi e dei cetacei, fra i mammiferi, degli ittipterigii e dei sauropterigii fra i rettili, quella aerea dei cheirotteri fra i primi e dei pterosaurii fra i secondi, e la impossibilità del volo in molti uccelli, non cancellano certamente gli essenziali caratteri connessi alla esposta idea tipica; ma è gioco forza convenire che ne scemano la importanza qual base di classificazione.

tutti i casi nei quali l'embrione non partecipa ad alcuna nutrizione placentale, i rettili ed i pesci (colla eccezione sumenzionata) sono tutti essenzialmente ovipari al pari degli uccelli. Quindi gli ootocoidi, ossia mammiferi non tipici, sono realmente intermedii sotto a questo aspetto, come lo sono anche sotto ad altri, fra i mammiferi tipici da una parte e tutti collettivamente i vertebrati inferiori od ovipari dall'altra. La classe immediatamente successiva a quella degli uccelli è l'altra de' rettili, e corrispondentemente il gruppo inferiore od emitipico degli uccelli è rettiliano in taluni particolari di struttura. Parimente la classe che immediatamente succede ai rettili è quella de' pesci, e perciò il gruppo inferiore od emitipico de' rettili è l'intermedio od ittioide degli amphibi. Il paralellismo fra le tre classi dei mammiferi, uccelli e rettili è quindi completo. I pesci non hanno altra classe di vertebrati che vi succeda, e perciò non possiamo fra essi riscontrare una divisione inferiore od emitipica. Potrebbe sospettarsi che il gruppo intermedio fosse in questo caso fra i pesci e taluno dei sottoregni inferiori, molluschi od articolati; ma un tal gruppo non esiste. L'infimo dei pesci, come l'*Amphioxus*, è così distintamente un vertebrato come il più elevato, e nessun mollusco né articolato offre transizione alcuna che lo avvicini alla struttura di vertebrato (1).

(1) Sono realmente più apparenti che reali le somiglianze dei placognudi od ostracostei coi crostacei; ed i viventi ostracionidi e siluroidi dimostrano potersi associare esse apparenze col tipo di vero pesce. La differenza fra vertebrato ed invertebrato è indelebilmente segnata fino dal primo sviluppo embrionale nella posizione relativa dei sistemi organici fondamentali. Perchè si potesse avere una transizione bisognerebbe che potesse verificarsi una posizione limite fra le due opposte, come lo sono le forme cristalline limiti fra i sistemi cristallografici diversi delle specie minerali dimorfe.

Ma se rinunziamo alla vana ricerca della serie lineare, e riconosciamo in certe correlazioni organiche la espressione di un paralellismo di termini in serie divergenti, anzichè di legame lineare in una inammissibile serie unica, troveremo che il più semplice dei vertebrati e l'infimo dei molluschi e degli articolati, sono per la primordiale condizione organica della posizione relativa dei fondamentali sistemi egualmente lontani fra loro che i più elevati tipi delle classi rispettive. La condizione intermedia a quelle due opposte non sarebbe potuta cercare che nel sottoregno dei raggiati. Ma, ripartiti questi oggi per la massima parte fra molluscodi

Vi sono per altro de' pesci emitipici; ma il loro posto è alla sommità anzichè al fondo della classe. I ganoidi costituiscono uno di tali gruppi, fa i pesci ed i rettili, come già da gran tempo lo notava l'Agassiz. Parimente i selachiani (Squali, Raje ec.) ne costituiscono un altro fra i pesci e le classi superiori dei vertebrati (gli allantoidiani secondo Agassiz). Il Müller già da gran tempo notò la correlazione degli squali coi mammali per la placenta vitellina, mercè la quale l'embrione trae nutrimento dalla madre, come fa il feto mammifero mercè la sua placenta allantoide. Ganoidi e selachiani sono dunque due gruppi emitipici nella classe de' pesci (1). Ecco lo schema delle grandi divisioni.

ed annuloidi, bisognerebbe scender ancor più in basso fra i celenterati o forse anche fra i protozoi per rintracciare un punto comune di partenza.

T.

(1) Anche nella grande classe dei rettili, considerata nel suo maggiore sviluppo delle epoche geologiche passate, si potrebbero segnare dei gruppi variamente aberranti nel senso ascendente dell'Autore e quindi al pari dei ganoidi e dei selachiani fra i pesci. Come i pterosauri, per il volo, ed i cheloniani, per intime correlazioni organiche, hanno decise analogie cogli uccelli, così i dinosauriani rappresentano, sotto a molti aspetti, i mammiferi. Ed anche il gruppo riguardato come emitipico discendente dei rettili, quello cioè degli anfibi, si eleva forse coi labirintodontidi o coi anomodontidi a dimensioni, a sviluppo e complicazione organica ed a decise analogie coi vertebrati superiori. In uno schema che comprenda il mondo animale presente ed il passato (per quanto almeno ne conosciamo, ed è certamente poco di fronte a ciò che verosimilmente ha esistito), il grande complesso dei rettili dovrebbe occupare il centro, dal quale in tutte le direzioni divergessero gli svariatissimi tipi de' vertebrati. Vedrebbero allora taluni di essi tipi accennare o quasi connettersi (nè tutti i termini delle varie serie ebbero forse vita durevole, nè certamente esistenza parimente prolungata, nè opportunità di fossilizzazione, nè ventura di ritrovamento) a tipi esistenti od esistiti, altri invece aver raggiunto un estremo, forse non suscettibile di ulteriori trasmutazioni e non favorito da condizioni a ciò opportune. Il centro poi di quella grande irradiazione, il tipo fondamentale e per così dire ideale di rettile, non è verosimilmente a ricercarsi fra alcuno dei gruppi viventi. Nei sauropterigii in un senso, nei tecodonti nell'altro, troviamo già virtualmente inclusi i successivi gruppi dei orcodiliani e dei lacertiani. E tutti questi tipi sono come assorbiti in una grande sintesi negli anomodonti che, al pari dei labirintodontidi, ci mostrano in pari tempo associati i caratteri di elevato sviluppo alle condizioni organiche delle pretese forme emitipiche inferiori. Nulla è inferiore o superiore in natura; tutto si riduce a differenziazione di tipi originarii sintetici.

I.

A. mammiferi tipici

B. mammiferi emitipici od ootocoidi

II.

III.

A. uccelli tipici

B. uccelli emitipici
od erpetoidi

A. rettili tipici

B. rettili emitipici
od amfibii

IV.

A. pesci emitipici
o selachianiB. pesci emitipici
o ganoidi

C. pesci tipici o teleostei.

Uno dei gruppi emitipici dei pesci accenna direttamente ai rettili, e l'altro collettivamente alle tre classi superiori dei vertebrati, ma specialmente ai mammiferi ed agli uccelli.

È quindi evidente che il sottoregno dei vertebrati, anzichè scendere negli invertebrati, ha confini inferiori ben definiti, ed ha suo compimento in sè stesso.

Caratteri distintivi della divisione rettiliana degli uccelli. Wagner, Owen ed altri hanno già notato alcune particolarità decisamente erpetoidi nello scheletro dell'uccello fossile recentemente scoperto a Solenhofen. Ma quand'anche esso scheletro fosse perfetto, esso non potrebbe presentare tutti i caratteri di quel ravvicinamento verosimilmente esistenti nell'animale vivente. È quindi interessante il ricercare se le correlazioni che hanno le specie tipiche colle emitipiche nelle due classi dei mammiferi e dei rettili, superiore l'una ed inferiore l'altra a quella degli uccelli, offrano argomenti di deduzioni relative ai caratteri degli uccelli emitipici, che non si possono rilevare colla diretta osservazione. Le seguenti considerazioni, suggerite dalle analogie sussistenti fra le nominate classi, non possono forse condurre che ad insufficienti conclusioni, pure meritano qualche attenzione.

I mammiferi emitipici sono veramente ed intieramente mammaliani rispetto alla caratteristica fondamentale del tipo —

il poppare dei neonati —, al pari delle specie tipiche. La differenza dei mammiferi tipici è poca negli individui adulti, specialmente maschili. Ma essa è profondamente marcata nei giovani, approssimandosi questi nel periodo del nascimento e per altri rispetti ai vertebrati ovipari.

Gli amfibii o rettili emitipici adulti si allontanano poco dai rettili tipici, sia nella struttura sia nei costumi. Ma i giovani, nei successivi stadi di sviluppo, a partire dall'uovo, partecipano grandemente ai caratteri della classe inferiore, quella cioè dei pesci.

La legge sembra dunque esser questa, che le specie del gruppo emitipico abbiano nello stato giovanile rassomiglianza principale o maggiormente fondamentale con quelle della classe o delle classi inferiori. Possiamo quindi concluderne che i giovani uccelli rettiliani od erpetoidi avessero maggiori e più decisive particolarità rettiliane degli adulti. Quali fossero queste sconosciute particolarità, se realmente vi erano, noi possiamo solo dubbiamente inferirlo dalle analogie dei casi conosciuti, or ora presi in considerazione. La caratteristica del tipo intermediario dalla quale deriva il suo carattere di intermedio è, nei due casi dei mammiferi e dei rettili, appunto quella particolarità che costituisce la distinzione speciale del tipo inferiore. I tipi inferiori ai mammiferi sono ovipari, e quindi i mammiferi emitipici sono semi-ovipari. Il tipo inferiore ai rettili, ossia quello dei pesci, ha per suo distintivo l'essere acquatico, e conseguentemente il respirare per mezzo di branchie in luogo di polmoni, e quindi i rettili emitipici hanno branchie nel loro stato giovanile. Quali saranno dunque le caratteristiche dei rettili che devono esserci presentate dagli uccelli inferiori od emitipici? I caratteri distintivi più eminenti dei rettili sono: 1.^o copertura di squame, od altrimenti la pelle nuda, invece che coperta di penne; 2.^o vita terrestre strisciando sul suolo, invece che aerea volando; 3.^o circolazione incompleta, e quindi in qualche grado a sangue freddo, anzichè completa ed a sangue caldo. Ora, riguardo ai giovani uccelli rettiliani si può inferire: 1.^o che fossero inquestionabilmente implumi, giacchè, oltre all'esser questa una condizione universale degli uccelli, per tempo più o meno lungo dopochè hanno lasciato l'uovo, è probabile ch'essi fos-

sero ancor più completamente implumi o per un più lungo tempo di quello che non sia comune per i giovani degli uccelli ordinari, giacchè anche l'uccello adulto, a giudicarne dall'esemplare di Solenhofen, era meno completamente piumoso del consueto. 2.^o Che fossero certamente pulcini camminatori, giacchè gli uccelli nella divisione inferiore della classe (*Praecoces* di Bonaparte) hanno l'uso delle loro gambe immediatamente dopo lasciato l'uovo, e cercano di per se stessi il proprio cibo. Una covata di pulcini rettiliani con lunghe code, coi corpi quasi nudi e strisciante sul suolo, deve aver offerto maravigliosa somiglianza con uno stuolo di giovani rettili, tale anzi da far nascere il sospetto che fossero state per errore poste a covare uova di un qualche rettile. Essi uccelli rettiliani inoltre erano probabilmente non solo ambulatori in gioventù, ma del pari che i polli ed i tacchini, o forse più esclusivamente, anche da adulti; giacchè nella divisione inferiore degli uccelli ordinari le specie sono di gran lunga inferiori come animali volatori a quelli della divisione superiore, ed in taluni, com'è ben noto, le ali non sono che di sussidio alla corsa. 3.^o Che, non essendo le caratteristiche fin qui menzionate di valore fondamentale e paragonabile a quelle della esistenza delle branchie nei giovani rettili emitipici, o del metodo semi-oviparo di riproduzione dei mammiferi ootocoidi, sembra avervi dovuto essere una qualche più profonda caratteristica rettiliana. È quindi probabile che anche il terzo dei stabiliti distintivi dei rettili spettasse parimente ai giovani uccelli rettiliani, vale a dire che avessero una incompleta circolazione, quindi un ravvicinamento alla condizione di animali a sangue freddo dei rettili. Il cuore può aver avuto le sue quattro cavità complete, come negli uccelli, e nei crocodilli fra i rettili, ma può con ciò esservi stato un passaggio a consentire una parziale mescolanza del sangue venoso coll' arterioso, quale esiste non solamente nei crocodilli, ma anche nei giovani uccelli durante uno stadio primordiale del loro sviluppo, condizione peculiare del sistema vascolare dei giovani uccelli attualmente esistenti che cessa (come ne' mammiferi) allo stabilirsi della respirazione. Ma negli uccelli rettiliani essa può essersi mantenuta durante la prima parte, almeno, della vita del pulcino, o fino a che

mettesse le penne. Tale conclusione può essere resa ancor più razionale dal seguente paragone dei tre ovvi metodi di divisione per i vertebrati, e della connessione che ne risulta nelle caratteristiche dei gruppi emitipici: I. in vivipari ed ovipari, che segna la linea di divisione fra i mammiferi ed i vertebrati inferiori; II. in animali a sangue caldo ed a sangue freddo, ossia aventi circolazione completa ed incompleta, che segna la linea fra i mammiferi e gli uccelli da una parte, i rettili ed i pesci dell'altra; III. in polmonati e branchiali, ossia con polmoni e con branchie, che segna la linea fra i mammiferi, gli uccelli ed i rettili da una parte ed i pesci dall'altra. Ora la caratteristica del primo di questi metodi di suddivisione è quella sulla quale è basato il gruppo emitipico della prima classe, ossia quella dei mammiferi. La caratteristica del terzo è quella che distingue il gruppo emitipico della terza classe, ossia quella de' rettili. Quindi la caratteristica del secondo, se l'analogia deve guidarci, costituirà la distinzione fondamentale del gruppo emitipico della seconda classe ossia quella degli uccelli.

3. *Storia geologica.* Si notò superiormente che il sottoregno dei vertebrati ha suoi limiti precisi inferiori, in luogo che degradarsi scendendo ai molluschi od agli articolati. Questa individualità del sottoregno è inoltre resa evidente dal fatto che nella storia geologica le prime specie di pesci a comparire non furono già del gruppo inferiore, quello dei teleostei, ma bensì dei due superiori, ossia quelli dei ganoidi e dei selachiani. Il tipo dunque dei vertebrati non può aver avuto sua origine nel sottoregno de' molluschi od in quello degli articolati; nè fu tampoco da quello che può esser considerato quale limite inferiore della classe de' pesci ch'esso prese le mosse, ma bensì nei tipi intermedii, che occupano un dato punto fra i pesci tipici e le classi superiori. Esso gruppo inferiore inoltre non ebbe esistenza che col periodo cretaceo, cioè in un periodo recente della storia geologica, e quando la età rettiliana aveva già cominciato a declinare. Nella età devoniana, o sul chiudersi della siluriana, apparvero i primi ganoidi e selachiani; nella carbonifera hanno loro principio i rettili, gli inferiori amfibii da prima, e successivamente le specie tipiche. Più tardi, nella porzione dell'era rettiliana nella quale questo tipo di vita era nel

corso ascendente di suo svolgimento, si riscontrano i primi uccelli rettiliani ed i primi marsupiali o mammiferi emitipici (probabilmente insieme a talune specie tipiche di ambedue esse classi). Così il tipo vertebrato, cominciato al punto di approssimazione dei rettili e pesci, si svolgeva fino a conseguir rappresentanti delle sue classi superiori, prima che avesse vita la divisione inferiore dei pesci veri o tipici, quella dei teleostei. Posteriormente, cioè solamente nella età cainozoica, ebbero loro pieno svolgimento le vere forme tipiche degli uccelli e dei mammiferi.

Il tipo vertebrato non ebbe dunque suo svolgimento in una serie che salisse dai sottoregni inferiori, e neppure riguardo alle forme ad esso appartenenti salì in ordine lineare dai gradi inferiori ai superiori. Il sottoregno ha dunque in modo evidente una limitazione e quasi direbbera una rotondità inferiore, ossia una integrità nei suoi infimi confini, che può solo spettare ad un sistema indipendente. Non troviamo dunque alcun argomento (1)

(1) Il problema che il Darwin si propose a svolgere è la origine delle specie e non quella del sistema vitale, come qui incidentemente assicura l'A., come mostrarono di credere molti degli oppositori, e come esageratamente furono trascinati ad ammettere alcuni dei più appassionati seguaci delle teoriche Darwiniane. Dimenticavano essi che Darwin li aveva premoniti a non lasciarsi illudere da una ingannevole analogia: « *But analogy may be a deceitful guide* ». E parlava appunto di quella analogia, che potrebbe condurre oltre all'unica conclusione scientifica alla quale egli credeva essere arrivato con la scrupolosa analisi dei fatti e colla logica induzione del ragionamento, potersi cioè riguardare tutti gli animali come discendenti tutt'al più da soli quattro o cinque tipi di progenitori, e le piante da un numero eguale o forse anche minore. Anche essa conclusione può essere riguardata da molti, e certo giustamente, come egualmente dedotta dalla sola analogia e quindi da guida ingannevole, ma giova ripetere che il Darwin ad essa si arrestava, e riguardava come ipotetica ogni ulteriore induzione. Ogni passo ulteriore, che per analogia si potesse essere indotti a fare nella teorica speculazione, verso l'ipotesi che tutte le piante e tutti gli animali fossero provenuti da un unico prototipo, da un'unica forma primordiale, nella quale sola fosse stata originariamente insulata la vita dal Creatore, è da lui dichiarato pericoloso ed ingannevole: « *analogies may be a deceitfull guide* ». Se tutti gli esseri viventi hanno in comune la chimica composizione, la yescicola germinativa, la struttura cellulare, le leggi dell'accrescimento e quelle della riproduzione, tutto ciò sta certamente a dimostrare un'originario legame di tutto il mondo or-

nei fatti in sostegno della ipotesi Darwiniana riguardo alla origine del sistema vitale .



ganico, come la legge della gravitazione universale egualmente lo dimostra per l'universo intero. Ma esso originario legame dei mondi siderali può intendersi associato a quello più intimo e parziale che più strettamente connette fra loro tutte le sfere dello stesso sistema, che si manifesta anche nella natura chimica dei materiali, e che più direttamente esprime la origine comune. Così i regni ed i sottoregni organici possono avere loro individualità, intierezza e rotondità, per usare la espressione dell'A., senza che ciò vietи di riconoscere, in un ordine più elevato di considerazioni, un legame più generale che tutti li abbraccia e comprende. Il voler quindi dedurre dal circolo di correlazioni che individualizza il sottoregno de' vertebrati un argomento contro alle idee Darwiniane ci sembra per lo meno ingiusto. E tanto maggiormente troviamo fuor di luogo questa freccia lanciata, ad uso de' Parti, nell'atto di chiudere un dotto ed importantissimo lavoro, in quanto che il nuovo fatto paleontologico, che dà appunto motivo al lavoro stesso, è il compimento di una delle predizioni del Darwin. Egli invocava della paleontologia la scoperta dei termini intermedii e connettivi fra i vari gruppi e perfino le classi diverse degli animali, termini cancellati bene spesso dalla estinzione delle specie; e parlando a titolo d'esempio degli uccelli, prediceva che la paleontologia avrebbe un giorno rivelato una qualche antica forma organica, già da gran tempo estinta, coll'intermezzo della quale i primi progenitori degli uccelli avrebbero originariamente potuto esser connessi cogli antichi progenitori delle altre classi di vertebrati. Nel 1860 il Darwin esprimeva quella sua convinzione, e nel 1862 (Sed. della R. Soc. di Lond. 20 Nov.) l'Owen dimostrava la natura per così dire intermedia fra gli uccelli ed i rettili dell'*Archaeopteryx macrurus*. Allorchè le teoriche, oltre al comprendere un gran numero di fatti conosciuti, valgono ancora a presagirne di nuovi e tuttora ignoti, precedendo e guidando le scoperte, è universalmente accordato assumere esse tutta l'importanza ed il maggior valore che aver possano le speculazioni astratte. La scoperta fatta a Solenhofen è, non dubitiamo ad asserirlo, il più valido argomento che trovar si potesse in favore del Darwin, e le dotte considerazioni del Dana su di essa scoperta guidano esse pure a conclusione affatto opposta a quella colla quale egli chiude questo suo articolo.

**CORRENTI ELETTRICHE GENERATE DALL'AZIONE DEL CALORICO E
DELLA LUCE; ESPERIMENTI DEL DOTT. ANTONIO PACINOTTI.**

Varie volte osservando i bei risultati a cui è giunta la fotografia, sono stato condotto a pensare alle proprietà chimiche della luce, e mi è sembrato che si acquisterebbe un mezzo assai valevole a studiarle, trovando una disposizione nella quale la luce sviluppassa una corrente elettrica.

Per quanto conosco, solo il Grove fino ad ora si è proposto questo problema, e lo ha risoluto facendo agir la luce sopra una lastra da daguerrotipo preparata, immersa nell'acqua, ed in comunicazione con uno dei reofori del galvanometro, mentre l'altro reoforo comunicava con un filo d'argento immerso nell'acqua medesima che bagnava la lastra.

La brevità del tempo di cui ho potuto disporre per queste ricerche, mi ha impedito di ripetere l'esperimento del Grove. Ho seguito invece un'altra via che dava speranza di potermi condurre allo studio delle azioni che la luce operasse sopra i sali di altri metalli oltre l'argento: ecco le idee che mi hanno diretto. Se in una soluzione salina si immersono due lastre del metallo stesso che forma la base del sale, riunite fra loro da un circuito contenente un galvanometro, avendo cura che le due lastre siano per quanto è possibile identiche, si può giungere a far rimanere allo zero l'ago del galvanometro. Ma in tal condizione, se in contatto di una delle lastre si facesse variare anche di pochissimo l'affinità fra l'acido e il metallo, per esempio se diminuisse, accadrebbe che su quella lastra il sale depositerebbe delle particelle metalliche, riacquistandole dall'altra lastra intorno alla quale, l'affinità sarebbe maggiore, col-

solito scambio successivo da molecola a molecola, e si genererebbe una corrente elettrica. Nei sali d'argento ed in vari altri corpi la luce giunge ad operare delle trasformazioni chimiche permanenti; ma con la disposizione accennata, facendo agire la luce su di una delle lastre, e mantenendo l'altra nell'ombra, si avranno deviazioni al galvanometro ancorchè la luce non modifichi che di pochissimo l'affinità fra l'acido ed il metallo del sale su cui agisce.

Fissato il metodo che intendeva di tenere aspettava di poter disporre dei mezzi necessari per tentarlo; quando nel decorso mese ebbi occasione di tornare per pochi giorni a Pisa, ed adoperando un galvanometro appartenente al Gabinetto di Fisica Tecnologica che mio Padre dirige, potei compiere qualcuno degli sperimenti che mi era proposto. Incoraggiato dai risultati avuti appena tentato il soggetto, ottenni per proseguirne lo studio un permesso di una diecina di giorni. Credo opportuno il fare avvertire che l'esperienze che sto per descrivere sono state fatte in pochi giorni durante i quali spesso i nuvoli mi hanno impedito l'uso della luce solare per iscusarmi, quanto è possibile, dell'essere il lavoro assai incompleto.

Correnti elettriche ottenute dalla luce solare.

Con i metalli presi a studiare, ho preparato varie coppie di lastre tagliate per lo più dal medesimo pezzo; sono stato solito, o di attaccarle bene con cera lacca alle due facce di un cristallo, o di verniciarne una faccia ed i lembi. Saldato ad ogni lastra un filo di rame, e fattolo venir fuori dal liquido proteggendolo con un tubetto di vetro masticiato alla lastra, ho potuto facilmente metterla in comunicazione col galvanometro. La superficie di ciascuna faccia scoperta delle coppie di lastre così preparate, era fra i 70 e gli 80 centimetri quadri.

In quanto al collocare nel liquido queste coppie di lame ho operato in due modi differenti. Nei primi giorni posì il liquido in una ordinaria capsula da fotografia, e la lamina che non doveva ricever l'azione della luce la collocai con la superficie scoperta giacente sul fondo della capsula, e l'altra sulla

quale doveva agire la luce la immersi in modo che la sua faccia scoperta guardasse la superficie del liquido.

Poi per poter comodamente porre le due lastre nelle stesse circostanze anche di posizione, usai delle capsule verticali fatte con cristalli; ponendovi le lame in modo che la faccia scoperta di ciascuna fosse volta verso l'esterno della capsula.

Il galvanometro che ho adoperato è da correnti termoelettriche e discretamente sensibile; in esso quando passa una corrente l'ago avanza sul quadrante che resta dalla parte del reoforo per cui entra la elettricità positiva, ed al quale è congiunto il metallo non attaccato se si tratta di una coppia idro-elettrica. Darò il segno + alla lamina che viene esposta alla luce ed al quadrante che corrisponde al di lei reoforo nel galvanometro, ed il segno — all'altra lastra ed all'altro quadrante. La capsula era esposta ai raggi diretti del sole, o ne era difesa da una tavola che veniva collocata assai distante da essa. I sali adoperati eran tutti un poco acidi ad eccezione del solfato di zinco. Nella tavola seguente son registrate le deviazioni ottenute.

METALLI E SALI sperimentati	POSTO IL DIAFRAMMA		TOLTO IL DIAFRAMMA	
	l'ago andava impulsivam.	in equilibrio	l'ago andava impulsivam.	in equilibrio
R A M E				
Solfato di rame	+ 40°	+ 62°	+ 87°	+ 74° + 74°
Nitrato di rame	- 50 - 3 - 31	+ 40 + 59
Z I N C O				
Solfato di zinco	+ 17 + 15	+ 56 + 40 + 39
Nitrato di zinco	- 53 + 28 0	+ 45 + 69 + 60
Cloruro di zinco	+ 22 + 32	+ 58
F E R R O				
Protosolfato di ferro	+ 68 + 71	+ 75 + 74
Cloruro di ferro	+ 22 + 12	+ 52 + 25
P I O M B O				
Acetato di piombo	- 1,5 - 2,5	+ 2 + 3
Nitrato di piombo	- 5,5 - 1,5	+ 23°,5
A R G E N T O				
Nitrato d'argento	- 27,7 - 26,5	- 31	- 29

Si vede che in tutti i casi, ad eccezione del solo argento le deviazioni positive son maggiori quando la lastra + è illuminata che quando ambedue le lastre sono in ombra. E questo dice che la lastra + allorchè è illuminata fa da platino della coppia.

Quando feci l'esperimento del piombo con l'acetato di piombo il sole era quasi annuvolato, e per questo ritengo che potrebbero aversi facilmente delle indicazioni più grandi.

Ho tentato ancora il mercurio col nitrato di mercurio, ma non ho registrato l'esperimento nella tavola contenente gli altri risultati per qualche dubbiezza che mi è restata, per quanto abbia ottenuto anche in questo caso che il metallo esposto alla luce era il meno attaccato.

L'esperimento del rame col solfato di rame è stato ripetuto molte volte, e ne ho registrato uno nel quale le indicazioni son medie fra quelle solite ad ottenersi. Non devo però passare sotto silenzio che una volta avendo ricoperto due lastre di rame con uno strato di rame alla galvanoplastica l'apparecchio divenne assai sensibile e l'ago percorreva quasi interamente i quadranti pel passaggio dalla luce all'ombra di una delle lastre. Il modo d'agire del solfato di rame si distingue per l'istantaneità con cui dà le sue indicazioni, talchè per esso le deviazioni impulsive riescon sempre assai più grandi delle permanenti. Questa proprietà rende sempre l'apparecchio assai sensibile, e basta riflettere con uno specchio su di una delle lastre un poco di luce solare, od anche un po di luce del cielo per vedere l'ago deviare.

Con gli altri sali invece non otteneva deviazioni impulsive. Con essi quando incomincia ad agire la luce la deviazione aumenta assai rapidamente per alcuni gradi poi lentamente fino a che l'ago si ferma. Rimesso il diaframma al posto incomincia subito a diminuir la deviazione non con gran sollecitudine e poi assai lentamente.

Ho cercato qual risultato avrei ottenuto ponendo le due lastre di rame nell'acqua acidulata con acido solforico o con azotico, ma come supponeva, non ho visto che il galvanometro abbia dato cenno dell'azione della luce sul principio dell'esperienza, e solo ho avuto delle piccole deviazioni dopo qualche tempo, dopo che si eran formati i soliti sali.

Ho preparato nel solito modo due lamine di platino e le ho immerse nel solfato di rame ma l'ago del galvanometro non si è accorto menomamente che la luce agiva o no sopra una delle lamine. Questi fatti mi sembrano in perfetto accordo con le considerazioni che mi hanno condotto a questo modo di sperimentare.

Sebbene non abbia potuto far nessuna misura, pure tengo che la forza elettromotrice dipenda soltanto dalla natura del corpo sul quale opera la luce, e dalla intensità e refrangibilità di quest'ultima. L'estensione delle lamine esposte farà variare l'intensità della corrente solo per le variazioni che potrà introdurre nella resistenza del circuito. Ho costruito una capsula assai grande di rame, e verniciato le sponde ed una piccola porzione del fondo ad esse circostante. L'ho riempita di solfato di rame e messa in comunicazione con una bussola dei seni. L'altro reoforo della bussola comunicava con una lastra di rame grande quanto il fondo della capsula, e della quale una faccia era verniciata. Ho immerso questa lastra nel solfato contenuto nella capsula, in modo che la faccia scoperta rimanesse volta verso la superficie del liquido. Delle strisce di cartone impedivano alla lastra di toccar la vasca. Al solito valeandomi di una tavola poteva soltrar l'apparecchio all'azione dei raggi diretti del sole. La superficie esposta era di 2570 centimetri quadri. Quando il sole agiva sulla lastra, la bussola dava un aumento di 6° 30'; il che è assai più di quello che si ottiene con le piccole lastre.

Una domanda che sorge naturalmente si è, quale influenza nei fenomeni osservati abbia il calorico raggiante che accompagna la luce solare? Ho tentato di averne la risposta dai fatti.

Correnti elettriche ottenute dal calorico.

Le sorgenti di calorico raggiante che ho usato sono state un lume a petrolio, ed una grossa lastra di ferro ad elevata temperatura.

Ho trovato che tanto pel rame col nitrato, o col solfato, quanto pel ferro col cloruro, si avevano deviazioni assai forti, e che la lastra esposta alla radiazione calorifica, nello stesso modo che quando si trovava esposta alla luce solare faceva da platino della coppia ossia era meno attaccata. Anche con l' argento e nitrato d' argento la lastra esposta al calore riesce la meno attaccata; ma per quanto abbia usato il ferro assai caldo, e l' abbia messo molto prossimo alla capsula, non mi è riuscito di avere indicazioni maggiori di due o tre gradi. Il nitrato d'argento pel calorico raggiante si comporta come gli altri sali metallici, ma per la luce dà al galvanometro una indicazione inversa.

In una cassetta verticale di cristalli ho posto del nitrato di zinco, e immerso in esso le solite due lamine di zinco poste in comunicazione col galvanometro. Darò il segno + alla lamina che veniva esposta alla radiazione calorifica ed al quadrante che gli corrispondeva analogamente a quel che ho fatto parlando della luce. L'ago era fermo a — 64°; collocata la lastra calda di ferro ad un centimetro dalla cassetta l'ago ha corso i quadranti ed è andato ad urtare a + 90°; sicchè anche per lo zinco nel nitrato la lastra riscaldata è la meno attaccata.

Ho tolto il ferro caldo, e presto l'ago del galvanometro si è fermato a — 62°, 5. Allora posta dinanzi alla lamina + una lastra di ghiaccio son tornato ad avvicinare il ferro caldo; la radiazione calorifica per giunger sulla lastra di zinco avrebbe dovuto attraversare il ghiaccio, ma l'ago è rimasto perfettamente fermo a — 62°, 5; tolto il ghiaccio l'ago si è portato a + 55°, quindi come si sa il ghiaccio non trasmette il calorico raggiante oscuro.

Disposto l'esperimento nello stesso modo ma con due lastre di rame immerse nel solfato di zinco assai neutro sebbene abbia esposto la lastra + ad una forte radiazione calorifica non ho potuto ottenere al galvanometro che delle piccole e tarde oscillazioni. Questo risultato negativo è dello stesso genere di quello ottenuto col platino e solfato di rame; in questi casi sebbene presso la lastra esposta accada una diminuzione di affinità fra l'acido ed il metallo del sale, pure la forza ri-

manente è tuttora maggiore della affinità fra il metallo della lastra non esposta e l'acido del sale, per questo non può prodursi il deposito metallico sulla lastra + ed il discioglimento della lastra —, nè la corrente elettrica.

Un esperimento in cui pure agisce solo il calore è il seguente; immersendo nel nitrato di zinco due lastre di zinco in modo che le facce metalliche si guardino fra loro e le facce verniciate di nero sian volte verso l'esterno della cassetta, si ha una disposizione nella quale la corrente dovrebbe vincere una resistenza minore di quella corrispondente alla posizione ordinaria; ma la luce solare cadendo sopra la faccia verniciata della lastra non può produrre che un riscaldamento. Anche in questo modo quando agiscono i raggi solari si ha una corrente elettrica, e la lamina esposta è la meno attaccata.

Per avere una idea più netta dell'azione del calorico condotto ho costruito due piccole vaschette di lastra di rame in modo che una di esse potesse esser contenuta entro l'altra. Le ho messe in comunicazione ciascuna con uno dei capi del galvanometro. Ho posto nella maggiore una soluzione di solfato di rame, e vi ho immerso con la sua parte esterna la minore, assicurandomi con dei pezzetti di vetro che le due vaschette non si toccassero fra loro. Presto l'ago del galvanometro si è posto quasi in quiete in prossimità dello zero. Allora ho versato dell'acqua bollente entro la capsula minore. L'ago del galvanometro ha corso tutto il quadrante e si è messo a vibrare presso 90°. La direzione della deviazione diceva che la vaschetta calda era la meno attaccata. Ho ripetuto questa esperienza ponendo nella capsula minore dei frantumi di ghiaccio, anche così l'ago ha fatto il quadrante mostrando che la vaschetta fredda era la più attaccata.

Lo stesso ho ottenuto con lo zinco e il solfato di zinco; se non che, avendo fatto le capsule assai più ampie ho dovuto usare una bussola dei seni. Riscaldando la capsula minore con l'acqua bollente la bussola mi ha dato + 44°; raffreddandola con il ghiaccio — 16°. Lo zinco più caldo è il meno attaccato.

Dopo questo può dubitarsi che solo nel caso dell'argento

la corrente ottenuta dai raggi solari sia dovuta alla azione della luce, e che in tutti gli altri casi l'effetto debba attribuirsi al solo calorico raggiante. Per sapersi decidere in questa questione bisogna veder quel che si ottiene da raggi solamente luminosi.

Azione dei raggi solamente luminosi.

Come ho già accennato bastava riflettere con uno specchio sopra una delle lastre di rame immerse nel solfato di rame un poco di luce solare, o anche di luce del cielo per veder l'ago deviare. Ben poco e forse appena misurabile dai migliori termoscopi, sembra che debba essere il calore che la lastra possa ricevere dalla luce del cielo riflessa da uno specchio. Che se invece poneva una mano in prossimità dell'apparecchio l'ago non dava segno di muoversi, ed il calorico raggiante che andava sopra una delle lastre deve essere stato in quest'ultimo caso assai maggiore che nel primo.

Una cassetta di cristalli ripiena d'acqua posta dinanzi alla capsula contenente la coppia delle lastre di rame ed il solfato faceva diminuire d'assai poco le correnti date dai raggi solari. Ma per esser più sicuro di eliminare i raggi calorifici ho fatto agire sull'apparecchio un fascio di luce solare che aveva attraversato una lastra di ghiaccio. La coppia essendo riparata dai raggi col solito diaframma, l'ago era fermo a -24° . Posta allora la lastra di ghiaccio fra il diaframma e la coppia, l'ago è rimasto a -24° . Tolto il diaframma, i raggi solari attraversato il ghiaccio sono andati a cadere sulla lastra di rame e l'ago d'impulso si è portato a $+3^\circ$ si è fermato poi a -17° ; levato il ghiaccio l'ago è andato a -4° d'impulso, si è fermato a -10° . Così i 14 gradi di deviazione totale prodotta dai raggi solari sarebbero dovuti per metà al calore raggiante, e per metà alla luce.

Una esperienza simile a quella descritta è stata fatta con le lamine di zinco immerse nel nitrato di zinco. Fra il diaframma e la capsula era collocata una lastra regolare di ghiaccio otte-

nuta artificialmente, l'ago del galvanometro era a — 24°. Tolto il diaframma prontamente si è avuto + 45° poi più lentamente + 62°, tolto ancora il ghiaccio sotto l'azione dei raggi diretti del sole l'ago si è fermato a + 77.° Sembrerebbe che l'azione dei raggi luminosi fosse in questo caso anche più energica di quella dei raggi solamente calorifici.

Adoperando un prisma di flint assai bello che per gentilezza il Prof. Donati aveva posto a mia disposizione, potei con lo spettro farmi idea della azione dei raggi poco refrangibili e calorifici, e di quella dei più refrangibili e privi di calore. Trovai comodo, per avere uno spettro abbastanza luminoso l'esporre il prisma ai raggi diretti del sole, e senza fessura. I raggi deviati e dispersi dal prisma eran diretti sulla coppia in una parte della stanza discretamente in ombra. Ho ripetuto l'esperienza quattro volte e sempre con lo stesso risultato. Registrerò i numeri ottenuti in uno di questi esperimenti.

L'ago era a . + 10° fermo

Mandato il rosso sulla lastra + si è portato a + 12,5 id.

Mandatovi invece il violetto si è portato a + 15 id.

Tolto lo spettro di sulla lastra è tornato a + 10 id.

Da questo si vede che pel solfato di rame la parte più refrangibile dello spettro agisce nello stesso senso ed anche più fortemente che la meno refrangibile.

La piccolezza delle indicazioni è dovuta alla dispersione della luce, ma più che altro io credo al non essere stato il prisma grande a sufficienza per dar colori che coprissero tutta la lastra. Una porzione soltanto di essa veniva illuminata e la corrente che circolava nel galvanometro non poteva essere che una derivazione della corrente prodotta. Suppongo che spesso ci si trovi in questo caso, e che sia per questo che ho potuto adoperare un galvanometro di poca resistenza.

L'azione della luce indipendentemente dal calorico raggiante, è evidente pel caso dell'argento, del quale la lastra illuminata è la più attaccata, e la lastra riscaldata è come per

gli altri metalli la meno attaccata. Penso che anche in questo caso l'azione che dà la luce un po più direttamente, sia di far diminuire l'affinità fra l'acido e il metallo. La luce non giunge a decomporre gli altri sali studiati; ma decompon il nitrato d'argento; l'argento reso libero cade al fondo della capsula, si attacca alle pareti, o resta sospeso nel liquido; ma la lamina esposta si trova immersa in una soluzione più acida di quella che circonda la lamina nella oscurità e quindi per questo solo divien la più attaccata.

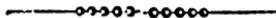
Potrebbe pensarsi che la luce e il calorico diminuiscano in tutti i casi la forza di affinità chimica, come in tutti i casi il calorico diminuisce la forza di coesione. Con l'applicazione di una sufficiente quantità di calore si giunge a decomporre i corpi; allora l'affinità, è ridotta a zero, ma la disposizione che ho trovato mostrerebbe che il calore giunge a questo diminuendo gradatamente la forza di affinità a misura che esso aumenta.

La stretta analogia fra l'azione della luce e quella del calorico nella produzione della corrente mi condurrebbe a dei ravvicinamenti forse troppo prematuri, ma che pur mi sia concesso di accennare. Altri fatti ai quali pure si aggiungono quelli or veduti, conducono ad ammettere identità di natura fra la luce ed il calorico raggiante, ed io sarei propenso a supporre che la luce non operasse direttamente la diminuzione di affinità fra i due elementi della molecola, ma che tal diminuzione fosse prodotta da del calore generato nel seno della molecola stessa, dalla porzione di luce che viene da essa assorbita. Che la luce scomparsa per assorbimento debba venir sostituita da del calore, è una idea conforme alla teoria della conservazione delle forze vive, ed emessa dal Grove nel suo bel libro delle correlazioni delle forze fisiche. Anche i fenomeni della fosforescenza così bene studiati dal sig. Becquerel potrebbero venir considerati sotto punti di vista dai quali sembrerebbero accordarsi con questo modo di vedere. Nè sarebbe impossibile, seguitando il corso delle ipotesi, rendersi conto

del come sebbene il massimo di azione calorifica sia nel rosso
dello spettro il massimo di azione chimica comparisca invece
nel violetto.

Se mi sarà possibile riprenderò quanto prima questi stu-
di, anche per ottenere qualche dato numerico.

Firenze 17 Giugno 1864.



TEORICA DELLE FORZE CHE AGISCONO SECONDO LA LEGGE DI
 NEWTON, E SUA APPLICAZIONE ALLA ELETTRICITA' STA-
 TICA; DI ENRICO BETTI ⁽¹⁾.

I.

Potenziale di un sistema qualunque di elementi materiali.

Le forze che agiscono secondo la legge di Newton sono quelle che emanano da ciascuno degli elementi infinitesimi di una data materia, e che tendono ad avvicinare oppure ad allontanare tra loro questi elementi, in ragione diretta delle loro masse e in ragione inversa dei quadrati delle loro distanze. Le prime sono forze attrattive, le seconde ripulsive. Una delle forze attrattive è la gravitazione universale scoperta da *Newton*, e una delle ripulsive è quella che si manifesta fra le elettricità dello stesso nome.

Cominciamo dal determinare l'attrazione o la ripulsione che un aggregato di punti materiali esercita sopra un altro punto materiale qualunque.

Siano $M_1, M_2, M_3 \dots$ più punti materiali; $\mu_1, \mu_2, \mu_3 \dots$ le loro masse rispettive, ed $(x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2) \dots$ le loro rispettive coordinate ortogonali. Sia O un punto materiale, la cui massa prenderemo per unità, e le di cui coordinate

(1) Questa Teorica è stata esposta dal Prof. Betti nelle sue lezioni di fisica-matematica in questa Università nel presente anno scolastico 1863-64. Noi abbiamo creduto, stampandola qui, di far cosa grata, a' nostri lettori.
La Direzione.

siano (a, b, c) ; e siano $r_1, r_2, r_3, \dots, r_s, \dots$ le distanze rispettive dei punti M_1, M_2, M_3, \dots dal punto O . Avremo:

$$(1) \quad r_s^2 = (x_s - a)^2 + (y_s - b)^2 + (z_s - c)^2,$$

e l'attrazione esercitata da M_s sarà nella direzione r_s ed eguale a $f \frac{\mu_s}{r_s^2}$, denotando con f la forza attrattiva dell'unità di massa alla distanza 1. Per semplicità faremo $f=1$; quindi l'azione esercitata dall'aggregato de' punti M_s sopra l'unità di massa in O sarà data dalla espressione:

$$F = \sum \frac{\mu_s}{r_s^2}.$$

Denotando con $\alpha_s, \beta_s, \gamma_s$ gli angoli di r_s con i tre assi, avremo:

$$\cos \alpha_s = -\frac{dr_s}{da}, \quad \cos \beta_s = -\frac{dr_s}{db}, \quad \cos \gamma_s = -\frac{dr_s}{dc}.$$

Pertanto se indichiamo con X, Y, Z le componenti della forza F secondo i tre assi avremo:

$$X = -\sum \frac{\mu_s}{r_s^2} \frac{dr_s}{da}, \quad Y = -\sum \frac{\mu_s}{r_s^2} \frac{dr_s}{db}, \quad Z = -\sum \frac{\mu_s}{r_s^2} \frac{dr_s}{dc}$$

oppure:

$$X = \sum \frac{d}{da} \frac{\mu_s}{r_s}, \quad Y = \sum \frac{d}{db} \frac{\mu_s}{r_s}, \quad Z = \sum \frac{d}{dc} \frac{\mu_s}{r_s}$$

e facendo:

$$(2) \quad P = \sum \frac{\mu_s}{r_s},$$

avremo:

$$(3) \quad x = \frac{dP}{da}, \quad y = \frac{dP}{db}, \quad z = \frac{dP}{dc},$$

La funzione P delle coordinate del punto attratto (a, b, c) dipende dalla posizione e dalla massa dei punti M_s , e da lei sola dipende la determinazione dell'attrazione; perciò ad essa è stato da *Gauss* dato il nome di *potenziale* e da *Green* è stata chiamata *funzione potenziale*. Se i punti M_s appartengono ad uno spazio continuo il segno sommatorio diventa un integrale triplo, le masse μ_s gli elementi materiali, cioè le densità ρ moltiplicate per l'elemento di volume $dx dy dz$, e l'integrale triplo deve essere esteso a tutta la massa del corpo; avremo dunque in tal caso:

$$(4) \quad P = \iiint \frac{\rho dx dy dz}{r},$$

essendo:

$$r^2 = (x - a)^2 + (y - b)^2 + (z - c)^2.$$

Se invece delle coordinate rettilinee ortogonali si prendessero le coordinate polari, l'elemento di volume sarebbe espresso da:

$$R^2 \sin \theta dR d\theta d\phi;$$

R essendo il raggio vettore, θ la latitudine, e ϕ la longitudine dell'elemento. Quindi ponendo:

$$\begin{aligned} a &= l \cos A, \quad b = l \sin A \cos B, \quad c = l \sin A \sin B; \\ x &= R \cos \theta, \quad y = R \sin \theta \cos \phi, \quad z = R \sin \theta \sin \phi, \end{aligned}$$

e se γ è l'angolo compreso fra R ed l , sarà:

$$r^2 = R^2 + l^2 - 2Rl \cos \gamma,$$

e si avrà:

$$(5) \quad P = \iiint \frac{\rho R^3 \sin \theta \, dR \, d\theta \, d\phi}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{l^2} - 2 \frac{R}{l} \cos \gamma}}.$$

Se ρ è una funzione finita e continua, ed O è esterno al corpo attraente, P sarà finita e continua in tutto lo spazio esterno a quello a cui si estende l'integrale. Quando 0 è infinitamente lontano dal corpo attraente, sarà $l = \infty$ e perciò all'infinito il potenziale si annulla.

Dall'equazione (5) si ricava:

$$Pl = \iiint \frac{\rho R^3 \sin \theta \, dR \, d\theta \, d\phi}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{l^2} - 2 \frac{R}{l} \cos \gamma}},$$

e perciò quando $l = \infty$ il prodotto Pl è eguale alla quantità finita:

$$\iiint \rho R^3 \sin \theta \, dR \, d\theta \, d\phi = M,$$

denotando con M la massa del corpo attraente; e inoltre:

$$Pl \cos A = Pa = M \cos A, \quad Pl \sin A \cos B = Pb = M \sin A \cos B,$$

$$Pl \sin A \sin B = Pc = M \sin A \sin B.$$

Dunque i prodotti del potenziale per ciascuna delle variabili si mantengono finiti, anche quando queste variabili divengono infinite, e la quantità verso cui converge il prodotto del potenziale per il raggio vettore, quando questo cresce infinitamente, è la massa del corpo attraente.

Derivando la (4) rapporto alle coordinate a, b, c , avremo:

$$\frac{dP}{da} = \iiint \frac{\rho(a-x)}{r^3} dx \, dy \, dz,$$

$$\frac{dP}{db} = \iiint \frac{\rho(b-y)}{r^5} dx dy dz ,$$

$$\frac{dP}{dc} = \iiint \frac{\rho(c-z)}{r^5} dx dy dz .$$

Quindi le derivate prime di P si mantengono finite e continue in tutto lo spazio esterno alla massa attraente, perché r non si annulla mai in tutto il corso della integrazione.

Per $l = \infty$ queste derivate si annullano. Osserviamo ora che si ha:

$$\frac{dP}{da} l^3 = \iiint \rho \frac{\left(\cos A - \frac{R \cos \theta}{l} \right)}{\sqrt{\left(1 + \frac{R^2}{l^2} - 2 \frac{R}{l} \cos \gamma \right)^3}} R^2 \sin \theta dR d\theta d\phi$$

e quindi, per $l = \infty$, $\frac{dP}{da} l^3$ converge verso una quantità finita.

È facile altresì dedurre che anche $\frac{dP}{da} a^3$, $\frac{dP}{db} b^3$, $\frac{dP}{dc} c^3$, per a , b , c infiniti convergono verso quantità finite, e che perciò sono infinitesimi dell'ordine $\frac{1}{a^3}$, $\frac{1}{b^3}$, $\frac{1}{c^3}$.

Derivando nuovamente e sommando, si ottiene:

$$\frac{d^3 P}{da^3} + \frac{d^3 P}{db^3} + \frac{d^3 P}{dc^3} = 0 ;$$

e denotando per brevità con Δ^3 tale operazione, ossia ponendo:

$$\Delta^3 = \frac{d^3}{da^3} + \frac{d^3}{db^3} + \frac{d^3}{dc^3}$$

avremo il seguente teorema.

Il potenziale e le sue derivate prime sono funzioni delle coordinate del punto attratto finite e continue in tutto lo

spazio esterno alla massa attraente; in questo spazio le derivate seconde sodisfano alla equazione:

$$\Delta^2 P = 0,$$

e quando il punto attratto va all'infinito la funzione P si annulla, e il prodotto di essa per le coordinate del punto attratto converge verso una quantità finita, e i prodotti delle sue derivate rapporto alle coordinate del punto attratto moltiplicate per i quadrati di quelle medesime coordinate convergono verso quantità finite.

La espressione $\Delta^2 P$ si può trasformare con le coordinate polari, ponendo:

$$x = r \cos \theta, \quad y = r \sin \theta \cos \phi, \quad z = r \sin \theta \sin \phi;$$

r essendo la distanza del punto dall'origine delle coordinate;

θ , l'angolo che r fa con l'asse delle x :

ϕ , l'angolo che il piano che passa per le x fa con un piano fisso. Un calcolo molto facile e notissimo conduce alla equazione:

$$\Delta^2 P = \frac{1}{r^2} \left\{ \frac{d r^2 \frac{d P}{d r}}{d r} + \frac{d \sin \theta \frac{d P}{d \theta}}{\sin \theta d \theta} + \frac{1}{\sin^2 \theta} \cdot \frac{d^2 P}{d \phi^2} \right\}.$$

Tali coordinate polari sono evidentemente i parametri di tre sistemi di superficie ortogonali: sfere concentriche, coni retti col centro comune alle due sfere, e piani che passano per una retta che passa per il detto centro.

Denotando in generale con ρ, μ, ν i parametri di tre sistemi di superficie ortogonali, le componenti secondo i tre assi si otterranno dalle equazioni:

$$\frac{d P}{d x} = \frac{d P}{d \rho} \frac{d \rho}{d x} + \frac{d P}{d \mu} \frac{d \mu}{d x} + \frac{d P}{d \nu} \cdot \frac{d \nu}{d x}$$

$$\frac{dP}{dy} = \frac{dP}{d\rho} \frac{d\rho}{dy} + \dots$$

$$\frac{dP}{dz} = \frac{dP}{d\rho} \frac{d\rho}{dz} + \dots$$

Le componenti secondo le normali alle tre superficie ortogonali si otterranno moltiplicando queste ultime per i coseni degli angoli che fanno le normali stesse coi rispettivi assi e sommando. Chiamandole R, M, N e ponendo:

$$h_1^2 = \left(\frac{d\rho}{dx}\right)^2 + \left(\frac{d\rho}{dy}\right)^2 + \left(\frac{d\rho}{dz}\right)^2 ,$$

$$h_2^2 = \left(\frac{d\mu}{dx}\right)^2 + \dots ,$$

$$h_3^2 = \left(\frac{dv}{dx}\right)^2 + \dots ,$$

avremo:

$$R = \frac{1}{h_1} \frac{dP}{dx} \frac{d\rho}{dx} + \frac{1}{h_1} \frac{dP}{dy} \frac{d\rho}{dy} + \frac{1}{h_1} \frac{dP}{dz} \frac{d\rho}{dz}$$

$$M = \frac{1}{h_2} \frac{dP}{dx} \frac{d\mu}{dx} + \frac{1}{h_2} \frac{dP}{dy} \frac{d\mu}{dy} + \dots$$

$$N = \frac{1}{h_3} \frac{dP}{dx} \frac{dv}{dx} + \frac{1}{h_3} \frac{dP}{dy} \frac{dv}{dy} + \dots$$

Sostituendovi i valori precedenti ed osservando che le superficie sono ortogonali, si ottiene:

$$R = h_1 \frac{dP}{d\rho} , \quad M = h_2 \frac{dP}{d\mu} , \quad N = h_3 \frac{dP}{dv} .$$

Per le coordinate polariabbiamo:

$$R = \frac{dP}{dr} , \quad M = \frac{dP}{r d\theta} , \quad N = \frac{dP}{r \operatorname{sen} \theta d\phi} .$$

La prima è la componente secondo il raggio vettore, la seconda è nella direzione della tangente alla sfera secondo un meridiano, la terza pure tangente alla sfera ma normale al meridiano.

II.

*Potenziale di una massa omogenea compresa
tra due sfere concentriche.*

Abbiasi una massa di densità ρ costante compresa fra due superficie sferiche concentriche, di raggio R l'esterna e di raggio R_0 l'interna: siano r, θ, ϕ le coordinate polari del punto attratto O , e il polo od origine delle coordinate sia nel centro delle sfere; r', θ', ϕ' siano le coordinate polari di un punto qualunque della massa. Per ragion di simmetria è chiaro che il potenziale avrà lo stesso valore per tutti i punti alla stessa distanza dal centro delle sfere; quindi il potenziale P sarà una funzione della sola r e l'equazione $\Delta^3 P = 0$ darà:

$$\frac{d r^2 \frac{d P}{d r}}{d r} = 0,$$

e integrando avremo:

$$P = \frac{c}{r} + c'.$$

Per i punti esterni ad ambedue le sfere il potenziale deve essere una funzione finita e continua che si annulla per $r = \infty$. Quindi per questi punti avremo $c' = 0$ e denotando con P_e il potenziale relativo a un punto esterno e , sarà:

$$P_e = \frac{c}{r}.$$

Per i punti e' interni ad ambedue le sfere il potenziale P_e' deve esser sempre finito anche per $r = 0$, quindi dovrà essere $c = 0$ e avremo:

$$P_e' = c'.$$

Onde nei punti interni ad ambedue le sfere il potenziale è costante, e le sue derivate sono nulle, e perciò le componenti dell'azione attrattiva sono nulle in questi punti.

Nel centro delle due sfere abbiamo, $x, y, z = 0$, quindi:

$$(P_e')_0 = c' = \rho \iiint \frac{dx' dy' dz'}{r} = \rho \int_{R_0}^R r' dr' \int_0^\pi \sin \theta' d\theta' \int_0^{2\pi} d\phi' \\ = 2\pi \rho (R_i^3 - R_0^3)$$

$$(1) \quad P_e' = 2\pi \rho (R_i^3 - R_0^3)$$

Per $r = \infty$, deve essere per quello che abbiamo dimostrato nel §. I:

$$Pr = M = \frac{4\pi}{3} \rho (R^3 - R_0^3) = c;$$

onde:

$$c = \frac{4\pi \rho}{3} (R^3 - R_0^3);$$

$$(2) \quad P_e = \frac{4\pi \rho}{3r} (R^3 - R_i^3) = \frac{M}{r},$$

indicando con M la massa dell'involucro.

Per determinare il potenziale per un punto i che fa parte dell'involucro sferico, osserviamo che P_i è la somma di due potenziali, cioè del potenziale dell'involucro limitato dalle

sfera di raggio R ed r , e del potenziale dell'involucro limitato dalle sfere di raggio r ed R_0 . Il primo di quei potenziali è :

$$2\pi\rho(R^3 - r^3);$$

e il secondo :

$$\frac{4\pi\rho}{3r}(r^3 - R_0^3);$$

dunque sarà :

$$(3) \quad P_1 = 2\pi\rho R^3 - 2\rho \frac{\pi}{3} r^3 - \frac{4\pi\rho R_0^3}{3r}.$$

Per avere il potenziale di una sfera basterà porre $R_0 = 0$ e avremo :

$$(4) \quad P_0 = \frac{4\pi\rho R^3}{3r} = \frac{M}{r},$$

$$(5) \quad P_1 = 2\pi\rho R^3 - \frac{2}{3}\pi\rho r^3.$$

L'equazioni (2) e (4) danno il seguente teorema. L'azione di un involucro, o di una sfera, sopra un punto esterno, è eguale a quella che eserciterebbe il centro delle due sfere, o della sfera, quando in esso fosse concentrata tutta la massa dell'involucro, o della sfera. Dalla equazione (4) si ricava che l'azione sopra un punto della superficie della sfera è $-\frac{4}{3}\pi\rho R$; dunque l'azione attrattiva esercitata da una sfera sopra un punto della sua superficie è proporzionale al suo raggio. Dalla (5) si rileva che l'azione sopra un suo punto interno è proporzionale alla distanza di questo dal centro, ossia che è la stessa come se non esistesse la massa dell'involucro sferico che lo circonda.

Le tre espressioni del potenziale di un involucro sferico

relativo ai punti esterni ed interni all'involucro e a quelli che ne fanno parte, si continuano senza interruzione l'una nell'altra e formano una sola funzione continua. Infatti abbiamo:

$$\text{per } r = R, \quad P_e = \frac{4 \pi \rho R^3}{3} - \frac{4}{3} \frac{\pi \rho R_0^5}{R},$$

$$P_i = \frac{4 \pi \rho R^3}{3} - \frac{4}{3} \frac{\pi \rho R_0^5}{R};$$

$$\text{per } r = R_0, \quad P_i = 2 \pi \rho (R^3 - R_0^3),$$

$$P_e' = 2 \pi \rho (R^3 - R_0^3).$$

Lo stesso accade delle tre derivate rapporto ad r delle tre espressioni del potenziale; e lo stesso avrà luogo per le derivate rapporto ad x, y, z che si ottengono dalle precedenti moltiplicandole per $\frac{x}{r}, \frac{y}{r}, \frac{z}{r}$.

Le derivate seconde delle tre espressioni del potenziale non si continuano una nell'altra, e nel passare dall'esterno all'interno, e viceversa, offrono due salti. Esse sono:

$$\frac{d^2 P_e}{dr^2} = \frac{8 \pi \rho}{3 r^5} (R^3 - R_0^5),$$

$$\frac{d^2 P_i}{dr^2} = -\frac{4}{3} \pi \rho - \frac{8 \pi \rho R_0^5}{3 r^5},$$

$$\frac{d^2 P_e'}{dr^2} = 0,$$

e per $r = R$ si ha:

$$\frac{d^2 P_e}{dr^2} = \frac{8}{3} \pi \rho - \frac{8}{3} \pi \rho \frac{R_0^5}{R^5},$$

$$\frac{d^2 P_i}{dr^2} = -\frac{4}{3} \pi \rho - \frac{8}{3} \pi \rho \frac{R_0^5}{R^5};$$

e quindi :

$$\frac{d^2 P_e}{dr^2} - \frac{d^2 P_i}{dr^2} = 4\pi\rho .$$

$$\text{Per } r = R_0 : \frac{d^2 P_i}{dr^2} = -4\pi\rho, \quad \frac{d^2 P_e'}{dr^2} = 0 ,$$

e quindi :

$$\frac{d^2 P_i}{dr^2} - \frac{d^2 P_e'}{dr^2} = -4\pi\rho ;$$

dunque nel passare dall'interno all'esterno dell'involucro sferico le derivate seconde variano bruscamente di $4\pi\rho$.

Trovammo precedentemente :

$$\Delta^2 P = \frac{1}{r^2} \frac{dr^2 \frac{dP}{dr}}{dr} ,$$

e ponendo invece di P_i il suo valore (3) abbiamo :

$$\Delta^2 P_i = -\frac{\rho\pi}{r^2} \frac{d}{dr} \left(\frac{4}{3} r^5 - \frac{4}{3} R_0^5 \right) = -4\pi\rho .$$

III.

Caratteristiche del potenziale di uno o più corpi.

Abbiamo veduto nel §. I: che il potenziale P di una massa di forma qualunque, di densità costante o variabile, e le sue derivate prime sono funzioni delle coordinate a, b e c del punto attratto O , le quali si mantengono finite e continue, finchè O rimane nello spazio esterno alla massa. Dimostriamo ora che anche quando il punto è nell'interno o sulla superficie del corpo, si mantengono sempre funzioni

finiti e continue. Hanno sempre valori finiti. In fatti prendendo il punto O per polo abbiamo :

$$P = \iiint \rho r \sin \theta d\theta d\phi dr, \quad \frac{dP}{da} = \iiint \rho \cos \theta \sin \theta d\theta d\phi dr,$$

$$\frac{dP}{db} = \iiint \rho \sin^2 \theta \cos \phi d\theta d\phi dr, \quad \frac{dP}{dc} = \iiint \rho \sin^2 \theta \sin \phi d\theta d\phi dr;$$

i quali integrali non divengono infiniti per qualunque valore di r , anche se r passa per zero. Sono funzioni continue. Infatti, consideriamo un punto M di una delle superficie della massa attraente, e conduciamo per M una retta che attraversi la superficie, e sopra di essa dalle due parti prendiamo due punti infinitamente prossimi m ed n egualmente distanti da M , cioè in modo che sia $nM = mM = \epsilon$. Sia m l'interno n l'esterno alla massa. Descriviamo col centro in M e col raggio ϵ una sfera. Il potenziale P_n relativo al punto esterno m sarà uguale al potenziale p_n della porzione di sfera che è occupata dalla massa, più il potenziale P_n' di tutta l'altra massa, cioè avremo $P_n = p_n + P_n'$. Il potenziale P_m relativo ad m sarà uguale al potenziale p_m della porzione di sfera occupata dalla massa più il potenziale P_m' di tutta l'altra massa; cioè avremo : $P_m = p_m + P_m'$. Ora il potenziale di tutta la sfera relativo a un punto della sua superficie è $\frac{4}{3} \pi \rho \epsilon^2$; quindi $p_n - p_m < \frac{4}{3} \rho \pi \epsilon^2$, si potrà rendere più piccolo di qualunque data quantità col diminuire ϵ . Anche $P_n' - P_m'$ può rendersi più piccolo di ogni quantità data col diminuire di ϵ , o all'avvicinarsi di n ad m ; quindi la differenza $P_n - P_m = p_n - p_m + P_n' - P_m'$ potrà rendersi più piccola di qualunque quantità data avvicinando n ad m , dunque i valori di P per i punti esterni variano con continuità nel passare ai punti interni.

Per le derivateabbiamo:

$$\frac{dP_n}{da} - \frac{dP_m}{da} = \frac{dp_n}{da} - \frac{dp_m}{da} + \frac{dP_n'}{da} - \frac{dP_m'}{da}$$

e le derivate $\frac{d p_a}{da}$, $\frac{d P_m}{da}$ sono in valore assoluto minori di $\frac{4}{3} \pi \epsilon \cos \alpha$, e perciò si conclude come precedentemente che anche i valori delle derivate prime variano con continuità passando dai punti attratti esterni agli interni. Analogamente si dimostra la continuità di P e delle sue derivate prime anche nei punti interni alla massa attraente. Dunque il potenziale P e le sue derivate prime sono funzioni finite e continue in tutto lo spazio.

Se la densità variasse bruscamente attraverso alcune superficie si riguarderebbero le masse limitate da queste superficie come tanti corpi distinti, e si troverebbe che variano con continuità nel passare attraverso ad esse i valori del potenziale e delle sue derivate prime.

Le derivate seconde di P che sono finite in tutto lo spazio esterno al corpo, sono finite anche nell'interno e sulle superficie del medesimo e sono sempre discontinue nel passare dall'esterno all'interno della massa attraente, o da una parte dello spazio ad un'altra nella quale la densità della massa offra una discontinuità. Infatti, quando il punto attratto O è nella massa attraente, imaginiamo una sfera descritta col centro in O e con un raggio piccolissimo ϵ , e la porzione di massa compresa in questa sfera potrà supporci di densità costante ed eguale al valore di ρ nel punto O ; il potenziale P relativo al punto O sarà eguale alla somma di due potenziali P' , e P'' , essendo P' il potenziale della piccola sfera, e P'' il potenziale della massa del corpo rispetto alla quale O è esterno. Onde avremo:

$$P = P' + P'',$$

$$\frac{d^2 P}{da^2} = \frac{d^2 P'}{da^2} + \frac{d^2 P''}{da^2} \dots$$

ed essendo nel punto O finite le derivate seconde di P' e P'' , avranno valori finiti in questo punto anche le derivate seconde di P . Avremo inoltre:

$$\Delta^2 P = \Delta^2 P' + \Delta^2 P'', \text{ ma } \Delta^2 P'' = 0, \text{ e } \Delta^2 P' = -4\pi\rho$$

onde:

$$\Delta^2 P = -4\pi\rho.$$

Dunque la somma delle tre derivate seconde del potenziale:

$\frac{d^2 P}{da^2} + \frac{d^2 P}{db^2} + \frac{d^2 P}{dc^2}$ che è nulla se O è esterno, diviene uguale a $-4\pi\rho$ se O è interno e quindi nel passaggio dall'esterno all'interno questa somma cambia bruscamente di valore.

Da tutto ciò che abbiamo dimostrato si raccoglie che il potenziale P di una massa di forma qualunque, di densità costante o variabile, ha le seguenti proprietà:

1.^o È una funzione delle coordinate del punto attratto, finita e continua in tutto lo spazio; quando il punto attratto è all'infinito s'annulla, e il prodotto della medesima per il raggio vettore del punto attratto rimane sempre una quantità finita;

2.^o Le sue derivate prime sono finite e continue in tutto lo spazio; quando il punto attratto è all'infinito s'annullano, ed i prodotti di esse per il quadrato del raggio vettore del punto attratto rimangono sempre quantità finite;

3.^o Le sue derivate seconde sono finite in tutto lo spazio, sono continue in tutto lo spazio eccettuate le superficie attraverso le quali la densità è discontinua, e sodisfano alla equazione:

$$\Delta^2 P = -4\pi\rho,$$

dove ρ è la densità della massa nel punto attratto se è interno alla massa stessa, ed è eguale a zero se il punto è esterno.

Queste proprietà sono le caratteristiche del potenziale, cioè lo definiscono compiutamente, e non possono esservi due funzioni che godano delle medesime proprietà e siano differenti.

Questo importante teorema è dovuto a *Dirichlet*.

Prima di passare a dimostrarlo conviene notare che la

espressione: funzione delle coordinate di un punto, o funzione di un punto, è qui usata nel senso più generale; cioè chiamiamo funzione di un punto ogni quantità che ha un valore determinato per ogni posizione del punto stesso senza curarsi se questo valore può determinarsi in tutto lo spazio mediante le stesse operazioni di calcolo effettuate sui valori delle coordinate, oppure se nelle differenti parti dello spazio occorrono differenti serie di operazioni di calcolo, oppure se non si possa dare nessuna serie generale di operazioni di calcolo, mediante la quale se ne ottengono i valori nelle differenti parti dello spazio, cioè non ci curiamo di sapere se vi è una espressione analitica, se ve ne sono più o se non ve n'è alcuna che dia questa funzione. Nell'analisi e nelle applicazioni alla fisica matematica è importante questo concetto.

Supponiamo ora che P e P' siano due funzioni che soddisfino alle tre condizioni sopra esposte. Poniamo:

$$(1) \quad P - P' = V.$$

Avremo per tutti i punti dello spazio, fuorchè per i punti delle superficie nelle quali, passando dall'una all'altra parte, si ha una discontinuità nelle densità:

$$\Delta^2 V = o,$$

e in queste superficie di discontinuità avremo $\Delta^2 V$ uguale ad una quantità finita per ora incognita ma che troveremo essere uguale a zero.

Pertanto avremo:

$$(2) \quad \iiint \left(\frac{d^2 V}{dx^2} + \frac{d^2 V}{dy^2} + \frac{d^2 V}{dz^2} \right) dx dy dz = o,$$

qualunque siano i limiti degl'integrali; perchè i valori differenti da zero che potrebbe avere $\Delta^2 V$ non possono fare acquistare valori finiti all'integrale triplo non occupando uno spazio di tre dimensioni.

Cominciamo dal considerare l' integrale :

$$\iiint v \frac{d^2 V}{dx^2} dx dy dz .$$

Essendo V e $\frac{d^2 V}{dx^2}$ quantità sempre finite, potremo effettuare un'integrazione per parti rispetto alla variabile x ; ed estendendo l'integrale stesso tra $+a$ e $-a$, avremo :

$$\int v \frac{d^2 V}{dx^2} dx = \left(v \frac{dV}{dx} \right)_{x=a} - \left(v \frac{dV}{dx} \right)_{x=-a} - \int \frac{dV}{dx^2} dx ,$$

essendo $V \frac{dV}{dx}$ una funzione continua di x . Operando analogamente sopra gli altri due integrali, si ottiene :

$$\left[\left(v \frac{dV}{dx} \right)_a - \left(v \frac{dV}{dx} \right)_{-a} \right] dy dz + \iint_{-a}^a \left[\left(v \frac{dV}{dy} \right)_a - \left(v \frac{dV}{dy} \right)_{-a} \right] dz dx$$

$$v \frac{dV}{dz} \Big|_a - v \frac{dV}{dz} \Big|_{-a} \Big] dx dy - \iiint_{-a}^a \left(\frac{dV}{dx^2} + \frac{dV}{dy^2} + \frac{dV}{dz^2} \right) dx dy dz = 0 .$$

Ora a cagione delle proprietà 1.^a e 2.^a di P e di P' , a V_a e $a^2 \left(\frac{dV}{dx} \right)_a$ si mantengono sempre finite; quindi si potrà determinare una quantità costante k di cui

$$a^3 \left[\left(v \frac{dV}{dx} \right)_a - \left(v \frac{dV}{dx} \right)_{-a} \right] .$$

Si mantiene sempre minore; avremo dunque :

$$\iint_{-a}^a \left[\left(V \frac{dV}{dx} \right)_s - \left(V \frac{dV}{dx} \right)_{-s} \right] dy dz < \frac{k}{a^3} \iint_{-a}^a dy dz = \frac{4k}{a}$$

e quindi :

$$\iint_{-a}^a \left[\left(V \frac{dV}{dx} \right)_s - \left(V \frac{dV}{dx} \right)_{-s} \right] dy dz = 0;$$

così degli altri due integrali. Dunque avremo :

$$\iiint_{-a}^a \left(\frac{dV^2}{dx^2} + \frac{dV^2}{dy^2} + \frac{dV^2}{dz^2} \right) dx dy dz = 0;$$

ma essendo la quantità sotto il segno sempre finita, continua e positiva, dovrà essere :

$$\frac{dV}{dx} = \frac{dV}{dy} = \frac{dV}{dz} = 0;$$

onde :

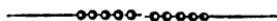
$$V = \text{costante.}$$

Ma all' infinito, $P = P' = 0$, quindi sempre :

$$P - P' = V = 0,$$

come volevamo dimostrare e: $\Delta^2 V = 0$ anche sopra la superficie come avevamo accennato.

(continua)



**OSSERVAZIONI SULLA PERMEABILITÀ DEL PLATINO E DEL FERRO
E DI ALTRE SOSTANZE AI GAS AD ALTA TEMPERATURA; DEI
SIGNORI SAINTE-CLAIRES DEVILLE E CAILLETET.**

Estratto.

Fan come seguito alle esperienze di Ruhmann da noi riferite i sorprendenti fenomeni sulla permeabilità del ferro per l'idrogeno indicati da Sainte-Claire Deville e Troost e quelli di Cailletet, che conducono a pratiche conseguenze per la metallurgia. Si sono Deville e Troost potuti procurare un tubo d'acciaio fuso talmente povero di carbone, che non si temperi più (cioè con ferro fuso) e talmente dolce, che è stato tirato a freddo, e senza saldature lasciandoli una grossezza da 3 a 4 millimetri. A questo sono stati saldati altri due tubi di rame di piccolo diametro con due appendici in tubi masticati di cristallo e convenientemente ricurvi. Il tutto è stato introdotto in un tubo di porcellana aperto esposto ad un fornello acceso, e vi si è fatto da una parte del tubo di vetro passare del gas idrogeno per del tempo in modo da asciugare l'apparecchio dall'umidità e da espellerne l'aria atmosferica. Allora interrotta la corrente d'idrogeno e chiusa ermeticamente quella parte da dove affluiva, mentre l'altro estremo pescava nel mercurio, si è veduto montare il mercurio nel tubo di vetro fino a 740 millimetri con una velocità da 3 a 4 centimetri per minuto, e crescente a misura che si elevava la temperatura del ferro. Quindi l'idrogeno è escito dal tubo per energia endosmotica nonostante la pressione atmosferica esterna, e le parti del tubo hanno fatto l'ufizio di trombe aspiranti. Nel ferro del commercio che non ha la purezza di quello sopra indicato, e che può dirsi una spugna con cavità avvicinate dal martello la permeabilità rimane anche maggiore.

Onde il Cailletet considerando che un tubo di ferro scaldato in un fornello, e ripieno di idrogeno, lascia sfuggire il gaz per modo da produrre un vuoto quasi assoluto nella cavità metallica, giudica che tale fenomeno serva a spiegarne molti altri che si presentano nelle operazioni metallurgiche. Egli facendo laminare da cilindri piani porzioni di canne da fucile, ha ottenuto verghe rettangolari allungate, composte da due lastre in contatto e saldate ai lati. La qual verga portata ad elevata temperatura nel forno da arroventare lascia separare le parti non saldate, ed essa riacquista la forma cilindrica e il volume primitivo permettendo ai gaz di penetrare la massa del ferro. A questa penetrazione attribuisce le rigonfiature che spesso ricoprono i pezzi di grandi dimensioni nella lavorazione mentre si estraggono dal forno a saldare, e spiega come forata una di queste rigonfiature sfugge un getto di gaz combustibile. Da lungo tempo è stato osservato che il ferro scaldato con la polvere di carbone nelle casse da cementazione rimane coperto, dopo la sua riduzione ad acciaio, di molte bolle, ed è facile convincersi che ciascuna di queste corrisponde ad un punto ove la spugna metallica è stata resa impermeabile dalla presenza di una materia infusibile. Per cui può supporsi che il gaz racchiuso nella cassa da cementazione accumulandosi per i pori del metallo arroventato determini la formazione delle bolle: infatti cementando insieme lastre di ferro di qualità diversa come si hanno in commercio si ottiene costantemente acciaio spumoso. Ma quando si usa ferro perfettamente omogeneo e dolce ottenuto collo scaldare per più ore a temperatura elevata l'acciaio fuso, si trova che le lastre di ferro omogeneo son tornate acciaio senza presentare una sola bolla alla superficie. Onde può dedursi che per trasformare in acciaio i pezzi di ferro che non si hanno ad alterare nella superficie conviene usare un ferro omogeneo quanto è possibile, e ricorrere ad un rapido processo di cementazione. Come pure per evitare i rigonfiamenti nella fabbricazione di grossi pezzi di ferro foggiato, converrà impedire i vuoti nella massa ove si possono condensare i gaz nello arroventare il metallo.

Molti altri metalli, e materie solide giusta Sainte-Claire Deville presentano analoghi fenomeni, e la fonte bianca, e l'ac-

ciaio nel loro raffreddarsi fanno esalare un gaz (ossido di carbonio, o idrogeno) che nuoce molto alla precisione dei pezzi gettati. Ed a questo possono referirsi l'esperienze sorprendenti sulla fonte bianca, fatte dai signori Resal e Minari, che dà differente risultato dalla grigia. Nel platino portato ad elevata temperatura nuoce la formazione delle bolle non essendo il loro sviluppo in rapporto con la dilatazione dell'aria che si può supporre interposta fra le fogliette metalliche che si fanno nella laminazione, e che servono di parete alle cavità.

Le ricerche di Deville, e Troost mostrano che se l'idrogeno traversa con facilità un tubo di porcellana fortemente scaldato, non accade lo stesso quando la temperatura ne ha ammollito o vetrificata la parete esterna. Questi diversi fatti si legano insieme e mostrano proprietà antagoniste dipendenti dallo stato dei corpi, e dall'allotropia. Si ha una diminuzione di densità nel passare i minerali dallo stato cristallino allo stato vetroso, ed a questo stato possiedono i corpi in fusione la proprietà di assorbire, e quindi tramandare le materie gazzose somministrateli dall'ambiente. Ha Deville da questa proprietà singolare fatto dipendere diversi fatti osservati nelle lave recenti, e nelle eruzioni vulcaniche. Le lave del Vesuvio qualunque sia stata la celerità del loro raffreddamento son sempre cristalline, e le sostanze volatili (vapor d'acqua, cloruri metallici, acido solforico ec.) che traggono seco loro, e che han dovuto tramandare nel mezzo ove erano in fusione si sprigionano in misura che segue il lavoro interno della loro cristallizzazione, come dall'acqua si separa l'aria nell'atto della congelazione. Quindi egli non esita di attribuire al calorico latente sviluppato nell'atto di cristallizzarsi il riscaldamento della lava del 1855 osservato posteriormente dallo Scacchi, e verificato da altri scienziati; come anche nell'ultima eruzione del 1861 di riguardare come esalazioni dipendenti da queste cause i gaz combustili che sprigionava la lava incandescente nel raffreddarsi constatati da esso come mescolanza di idrogeno proto-carburato, e di idrogeno.

INDICE

MEMORIE ORIGINALI

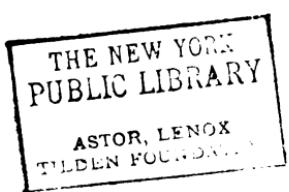
Sulle più recenti piene del fiume Arno, e specialmente su quella del 18 e 19 gennaio intorno a Pisa nel 1863. — Relazione dei Professori MAURIZIO BRIGHENTI, e LUIGI PACINOTTI	pag. 5
Ricerche sulle combinazioni poliacide — Ugo SCHIFF	28
Sulle metamorfosi dell'acido caproico artificiale — A. ROSSI.	39
Sull'ozono atmosferico — Nuove indagini di LUIGI PALMIERI.	45
Ricerche chimiche sulle sostanze contenute nello <i>stygmaphylion jatrophæfolium (asparagina)</i> — Nota di S. DE LUCA e G. UBALDINI .	64
Sulla teoria delle macchie solari, proposta dal sig. Kirchoff — P. A. SECCHI	81
Sul magnetismo polare de' mattoni e l'altre terre cotte: continuazione e propugnazione della Memoria sul magnetismo polare di palazzi ec. — Memoria II. del Prof. Commend. SILVESTRO GHERARDI .	89
Sopra una speciale esperienza attinente al magnetismo delle terre cotte — Lettera del Prof. Commend. S. GHERARDI al sig. Prof. Cav. Fiorelli	108
Ricerche sulla terminazione dei nervi nella cornea — D. M. DEL MONTE .	112
Batoreometro, strumento destinato a misurare le piccole spessezze dei corpi mediante la corrente elettrica — Memoria di GIULIANO GIORDANO Professore di Fisica nella R. Università di Napoli.	128
Nuovo elettrometro bifilare d'induzione — Memoria di L. PALMIERI .	148
Sulla costruzione geologica della catena metallifera ed in particolare della ellissoide apuana — Memoria del Prof. Cav. Senat. PAOLO SAVI .	156
Lettera del Prof. CESARE TOSCANI al Prof. Giovanni Campani, Direttore del Comitato Agrario di Siena	205
Della polisimmetria dei cristalli — Memoria di A. SCACCHI.	208
Ricerche sulle relazioni tra la geminazione dei cristalli ed il loro ingrandimento — Memoria di A. SCACCHI	221
Sulla resistenza offerta allo spostamento nei tubi capillari dagli indici di mercurio — Prof. C. TOSCANI.	226
Di un nuovo termometro a gaz a massima e minima e registratore — A. Govi.	238
Ricerche sulla formazione della materia grassa nelle ulive — Nota di S. DE LUCA	241
Sopra un nuovo udometro autografico — L. PALMIERI	245

Ricerche analitiche sull'acido borico di Monterotondo in Toscana —	
S. DE LUCA	pag. 247
Appendice alla Memoria sopra i tartrati di stronziana e di barite —	
A. SCACCHI	250.
Sulla determinazione comparativa del gaz acido carbonico che si espira nello stato fisiologico e nello stato febbrile — Nota di A. DE MARTINI e di G. UBALDINI	252
Sulla pretesa elettricità negativa del ciel sereno — Nota di L. PALMIERI	255
Ricerche sugli acidi a radicali condensati e sulla relazione tra tipo e basicità — UGO SCHIFF	257
Intorno alla struttura ed ai movimenti delle cellule di segmentazione dell'uovo di rana — Prof. MASSIMILIANO CAV. DI VINTSCHGAU	280
Formule per gli oculari terrestri a quattro lenti determinate dal Prof. TITO GONNELLA.	506
Sulle correnti elettriche della terra — Memoria di CARLO MATTEUCCI	530
Correnti elettriche generate dall'azione del calorico e della luce — esperimenti del Dott. ANTONIO PACINOTTI	573
Teorica delle forze che agiscono secondo la legge di Newton, e sua applicazione alla elettricità statica — ENRICO BETTI	585

TRADUZIONI ED ESTRATTI

Parte dell'indirizzo del Presidente maggiore generale SABINE pronunciato alla adunanza annuale della Società reale di Londra, il dì 50 Novembre 1863.	66
Intorno allo spettro del carbone — Osservazioni del sig. GIOVANNI ALTFIELD	77
Intorno alla relazione tra le stelle filanti e le oscillazioni barometriche — CHAPELAS	123
Sulla elasticità dei gas — DUPRÉ	126
Sulla dispersione della luce — BRIOT	145
La dialisi, nuovo metodo per le investigazioni chimiche esposto da FAVROT	151
Esperienze sulle torbe trasportate dai corsi d'acque — HENRY-MANGON	202
Esperienze sull'effetto prodotto dai gas sulle pietre — FED.° RUHLMANN	217
Sulle condizioni idrauliche del fiume mississipi e sul progetto della sua regolarizzazione secondo l'opera di A. A. Humphreys e H. L. Abbot, e secondo la relazione di questa fatta dal Prof. Messedaglia	559
Correlazioni di parallelismo fra le classi di vertebrati — Prof. T. D. DANA	565
Osservazioni sulla permeabilità del platino e del ferro e di altre sostanze ai gas ad alta temperatura — SAINTE-CLAIRES DEVILLE e CAILLETET	403

E 7



TH 18

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

DIRETTORI

C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENEGHINI

COLLABORATORI

S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA

G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI, P. E P. SAVI

Q. SELLA, C. STUDIATI, P. TASSINARI.

Tomo XVIII.

LUGLIO, AGOSTO, SETTEMBRE E OTTOBRE

(Pubblicato il 12 Aprile 1864)

1863

TORINO

PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.^{ia}

PISA

PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI

Alcune circostanze imprevedute hanno fatto ritardare la pubblicazione di alcuni mesi del Giornale. Ma ora si avvisa che non solamente pubblicheremo presto i numeri in ritardo ma che fra non molto ancora introdurremo nel Giornale un notabilissimo miglioramento del quale daremo avviso.

ОУДАНО ОУДАНО II
АДРИЕН АДРИЕН ИН ВИЛЛЕМ
СКАЗКАМ АБОТЪ 3

ЛІГІТРАНС

САНКТ-ПЕТЕРБУРГЪ, 1894 3, КОМПЛЕКСЪ

ІДІОГІСІСАЛІТЪ

ІДІОГІСІСАЛІТЪ, 1894 3, КОМПЛЕКСЪ
ІДІОГІСІСАЛІТЪ, 1894 3, КОМПЛЕКСЪ
ІДІОГІСІСАЛІТЪ, 1894 3, КОМПЛЕКСЪ

ІДІОГІСІСАЛІТЪ, 1894 3, КОМПЛЕКСЪ

ІДІОГІСІСАЛІТЪ, 1894 3, КОМПЛЕКСЪ

ІДІОГІСІСАЛІТЪ, 1894 3, КОМПЛЕКСЪ

ІДІОГІСІСАЛІТЪ

ІДІОГІСІСАЛІТЪ, 1894 3, КОМПЛЕКСЪ
ІДІОГІСІСАЛІТЪ, 1894 3, КОМПЛЕКСЪ
ІДІОГІСІСАЛІТЪ, 1894 3, КОМПЛЕКСЪ

ІДІОГІСІСАЛІТЪ, 1894 3, КОМПЛЕКСЪ
ІДІОГІСІСАЛІТЪ, 1894 3, КОМПЛЕКСЪ
ІДІОГІСІСАЛІТЪ, 1894 3, КОМПЛЕКСЪ

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

DIRETTORI

C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENEGHINI

COLLABORATORI

S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI, P. E P. SAVI
Q. SELLA, C. STUDIATI, P. TASSINARI.

Tomo XVIII.

NOVEMBRE E DICEMBRE

(Pubblicato il 7 Luglio 1864)

1863

TORINO

PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA

PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI

Quei Signori Associati che non hanno pagato
l' abbuono, sono pregati di farlo al più presto possibile
per mezzo di Vaglià Postale.

INDICE

MEMORIE ORIGINALI

Ricerche sugli acidi a radicali condensati e sulla relazione tra tipo e basicità — UGO SCHIFF	pag. 257
Intorno alla struttura ed ai movimenti delle cellule di segmentazione dell'uovo di rana — Prof. MASSIMILIANO CAV. DI VINTSCHGAU	280
Formule per gli oculari terrestri a quattro lenti determinate dal Prof. TITO GONNELLA.	506
Sulle correnti elettriche della terra — Memoria di CARLO MATTEUCCI	530
Correnti elettriche generate dall'azione del calorico e della luce — esperimenti del Dott. ANTONIO PACINOTTI	573
Teorica delle forze che agiscono secondo la legge di Newton, e sua applicazione alla elettricità statica — ENRICO BETTI	585

TRADUZIONI ED ESTRATTI

Sulle condizioni idrauliche del fiume mississipi e sul progetto della sua regolarizzazione secondo l'opera di A. A. Humphreys e H. L. Abbot, e secondo la relazione di questa fatta dal Prof. Messedaglia	559
Correlazioni di parallelismo fra le classi di vertebrati — Prof. T. D. DANA	563
Osservazioni sulla permeabilità del platino e del ferro e di altre so- stanze ai gas ad alta temperatura — SAINTE-CLAIRES DEVILLE e CAILLEMET	405

PATTI D'ASSOCIAZIONE

1º Del Nuovo CIMENTO si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2º Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un'indice.

3º Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4º Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:
Per tutto il Regno Italiano, franco fino al destino, Lire Italiane 16. 80
Per gli altri Stati fuori d'Italia, come sopra • 25 —

5º Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, cioè una metà a tutto Gennaio, ed un'altra a tutto Luglio di ciascun anno.

6º Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

7º Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

8º Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla Direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.

La compilazione del Nuovo CIMENTO si fa a Torino ed a Pisa nel tempo stesso, dal Prof. R. Piria per la Chimica e le Scienze affini alla Chimica; dal Prof. C. Matteucci per la Fisica e per le Scienze affini alla Fisica, L'amministrazione, la stampa e la spedizione sono affidate alla Tipografia Pieraccini a Pisa. Giuseppe Frediani è il Gerente.

Per conseguenza le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti, ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno essere dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente G. Frediani — *Tipografia Pieraccini*.

Le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici ed altri stampati riguardanti la Chimica dovranno dirigersi, *franchi di Posta*, a Torino — Al Prof. R. PIRIA.

Finalmente le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici e gli altri stampati di argomento spettante alla Fisica dovranno essere diretti, *franchi di Posta*, a Pisa — Al Prof. C. MATTEUCCI.

LE ASSOCIAZIONI SI RICEVONO DAI SEGUENTI

TORINO — G. B. Paravia e Comp.

FIRENZE — G. P. Vieusseux.

PIETRASANTA — Fratelli Bartalini.

ROMA — Gio. Francesco Ferrini.

BOLOGNA — Marsigli e Rocchi.

MODENA — Carlo Vincenzi.

REGGIO DI MODENA — Stefano Calderini.

PARMA — Giovanni Adorni.

MILANO — Gaetano Brigola.

VENEZIA — Gaetano Brigola

TRIESTE — Colombo Coen.

NAPOLI — Giuseppe Dura, Strada di Chiaja N. 10.

MESSINA — Antonio di Stefano.

PARIGI — Mallet-Bachelier, Quai des Augustins, 55.

VIENNA — Braumüller.



